



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Maestría en Gestión Industrial

## **DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE PROYECTOS PARA EL DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURA EN UNA INDUSTRIA QUÍMICA**

**Ing. Diego Antonio Seisdodos Javier**  
Asesorado por M.Sc. Arq. Rodrigo Torres Hidalgo

Guatemala, julio de 2020



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE PROYECTOS PARA EL  
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURA EN UNA INDUSTRIA QUÍMICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**DIEGO ANTONIO SEISDEDOS JAVIER**

ASESORADO POR EL M.A. ARQ. RODRIGO TORRES HIDALGO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN GESTIÓN INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2020



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval
EXAMINADORA	Dra. Aura Marina Rodríguez
SECRETARIO	Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE PROYECTOS PARA EL DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURA EN UNA INDUSTRIA QUÍMICA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha octubre de 2019.

**Ing. Diego Antonio Seisdodos Javier**





DTG. 158.2020.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE PROYECTOS PARA EL DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURA EN UNA INDUSTRIA QUÍMICA**, presentado por el Ingeniero: **Diego Antonio Seisdedos Javier**, estudiante de la **Maestría en Artes en Gestión Industrial** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana



Guatemala, julio de 2020.

AACE/asga



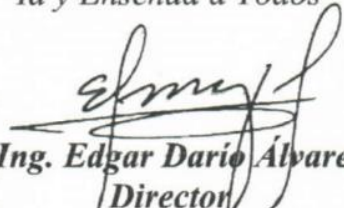
**Guatemala, Julio de 2020**

*EEPFI-681-2020*

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y verificar la aprobación del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística al Trabajo de Graduación titulado: **“DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE PROYECTOS PARA EL DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURA EN UNA INDSTRIA QUÍMICA”** presentado por el Ingeniero **Diego Antonio Seisdedo Javier** quien se identifica con Carné **201020560**, correspondiente al programa de **Maestría en Artes en Gestión Industrial** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

  
**Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí**  
**Director**



**Escuela de Estudios de Postgrado**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Universidad de San Carlos de Guatemala**





**Guatemala, Julio de 2020**

**EEPFI-680-2020**

Como Coordinador de la **Maestría en Artes en Gestión Industrial** doy el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **“DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE PROYECTOS PARA EL DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURA EN UNA INDSTRIA QUÍMICA”** presentado por el **Ingeniero Diego Antonio Seisdodos Javier** quien se identifica con Carné **201020560**.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*



**Mtro. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval**  
**Coordinador de Maestría**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Universidad de San Carlos de Guatemala**



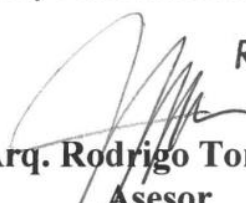
**Guatemala, Julio de 2020**

**EEPFI-682-2020**

En mi calidad como Asesor del **Ingeniero Diego Antonio Seisdedos Javier** quien se identifica con carné **201020560** procedo a dar el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **“DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE PROYECTOS PARA EL DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURA EN UNA INDUSTRIA QUÍMICA”** quien se encuentra en el programa de **Maestría en Artes en Gestión Industrial** en la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

  
**Rodrigo Torres Hidalgo**  
ARQUITECTO  
Colegiado 5440  
**M. Sc. Arq. Rodrigo Torres Hidalgo**  
Asesor





## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Mi abuela**

Dorita Ibáñez Girón (mamita), por el amor que me has brindado a lo largo de los años. Gracias por los miles de hermosos recuerdos que tengo de mi infancia, producto de tu esfuerzo por mantener una familia unida.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Mis padres**

Jorge Luis Seisdodos Petry y Sofía Lorena Javier Ibáñez. Su valioso amor y ejemplo me han motivado siempre a seguir adelante. Casi todo se lo debo a ustedes.

### **Mi novia**

Karla María Melgar Urquía, por todo su apoyo, comprensión y paciencia. En especial por ser el logro más grande de mi vida.

### **Mis hermanos**

Jennifer Sofía y Khrystopher Abraham Ricco Javier y Marcelo Gabriel Seisdodos Javier, por ser siempre buenos hermanos.

### **Mis amigos de promoción**

Josué García, Luz Félix, Elisa Aguiluz, Jair Samayoa y Pablo Herrera. Su amistad hizo que la experiencia de la maestría haya sido alegre, competitiva y productiva.

### **Dra. Aura Rodríguez**

Por su carisma, apoyo desinteresado y constante orientación para la estructuración correcta de esta investigación.

### **Mi asesor**

Rodrigo Torres Hidalgo, por la valiosa ayuda y amistad brindada.



# ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN .....	XVII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS ORIENTADORAS .....	XIX
OBJETIVOS .....	XXI
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO .....	XXIII
INTRODUCCIÓN .....	XXVII
1. MARCO TEÓRICO .....	1
1.1. Industria química .....	1
1.1.1. Definición formal .....	1
1.1.2. Fertilizante .....	2
1.2. Departamento de Infraestructura .....	3
1.2.1. Definición .....	3
1.2.2. Funciones y procedimientos .....	4
1.2.2.1. Diseño de proyectos o planificación .....	4
1.2.2.2. Licitación de proyectos .....	5
1.2.2.3. Contratos de obra .....	5
1.2.2.4. Dirección de proyectos .....	6
1.2.3. Principales tipos de proyectos .....	7
1.2.3.1. Construcciones generales .....	8
1.2.3.2. Construcción de bodegas de producción y almacenamiento .....	8

1.2.3.3.	Evaluación y compra de terrenos industriales .....	9
1.2.3.4.	Remodelación de oficinas administrativas o salas de venta .....	10
1.3.	Sistemas de gestión de proyectos .....	10
1.3.1.	Sistema .....	10
1.3.2.	Gestión .....	11
1.3.3.	Sistemas de gestión .....	12
1.3.4.	Gestión de proyectos .....	12
1.3.5.	Herramientas para gestión de proyectos.....	15
1.3.5.1.	PMBOK .....	15
1.3.5.1.1.	Ciclo de vida.....	15
1.3.5.1.2.	Áreas de conocimiento .....	17
1.3.5.2.	PRINCE2.....	19
1.3.5.2.1.	Principios.....	20
1.3.5.2.2.	Aspectos principales .....	22
1.3.5.2.3.	Ventajas y desventajas .....	23
1.3.5.3.	SCRUM .....	24
1.3.5.3.1.	Estructura.....	24
1.3.5.3.2.	Ventajas y desventajas .....	25
2.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....	29
3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	31
3.1.	Estado situacional del Departamento de Infraestructura.....	31
3.1.1.	Indicadores de desempeño .....	32

3.1.2.	Percepción del Departamento de Infraestructura ...	36
3.2.	Herramienta para el modelo de gestión de proyectos .....	39
3.3.	Propuesta de modelo de gestión de proyectos.....	42
3.3.1.	Clasificación de proyectos .....	43
3.3.1.1.	Proyectos nivel 1 .....	45
3.3.1.1.1.	Fraccionamiento .....	46
3.3.1.1.2.	Procedimiento de ejecución .....	47
3.3.1.1.3.	Proceso de compra .....	47
3.3.1.1.4.	Puntos de control y entregables.....	47
3.3.1.2.	Proyectos nivel 2 .....	49
3.3.1.2.1.	Apoyo del Departamento de Infraestructura para proyectos nivel 2.....	50
3.3.1.2.2.	Procedimiento de ejecución .....	51
3.3.1.2.3.	Procedimiento de compra .....	51
3.3.1.3.	Proyectos nivel 3 .....	52
3.3.1.3.1.	Procedimiento de ejecución .....	53
3.3.1.3.2.	Procedimiento de compra .....	53
3.3.2.	Procedimiento para el diseño, proceso de compra y ejecución de proyectos de inversión en infraestructura.....	53

3.3.2.1.	Estructura de proyectos de infraestructura .....	54
3.3.2.2.	Fase 1: anteproyecto.....	54
3.3.2.3.	Fase 2: diseño o planificación .....	55
3.3.2.4.	Fase 3: proceso de compra: cotización o licitación.....	56
3.3.2.5.	Proceso de cotización .....	56
3.3.2.5.1.	Elaboración de bases de cotización .....	57
3.3.2.5.2.	Precalificación de empresas participantes en el proceso de cotización ...	58
3.3.2.5.3.	Visita a proyecto y entrega de documentos de proyecto .....	59
3.3.2.5.4.	Presentación y resolución de dudas a todos los participantes ..	59
3.3.2.5.5.	Recepción de ofertas económicas .....	60
3.3.2.5.6.	Revisión de ofertas y elaboración de cuadro comparativo.....	61
3.3.2.6.	Proceso de licitación .....	61
3.3.2.7.	Elaboración de bases de licitación .....	62
3.3.2.7.1.	Precalificación de empresas .....	63



3.3.2.7.2.	Contrato de confidencialidad.....	63
3.3.2.7.3.	Visita a proyecto y entrega de documentos de proyecto.....	64
3.3.2.7.4.	Presentación y resolución de dudas .....	64
3.3.2.7.5.	Fianzas .....	64
3.3.2.7.6.	Recepción de ofertas económicas .....	66
3.3.2.7.7.	Revisión de ofertas y elaboración de cuadro comparativo .....	66
3.3.2.8.	Fase 4: visto bueno y autorización .....	67
3.3.2.8.1.	Nivel 1: cadena de autorización .....	67
3.3.2.8.2.	Nivel 2: cadena de autorización .....	69
3.3.2.8.3.	Nivel 3: cadena de autorización .....	70
3.3.2.9.	Fase 5: contrato de obra, fianzas y anticipo .....	70
3.3.2.9.1.	Contrato de obra.....	71
3.3.2.9.2.	Anticipo de obra.....	71
3.3.2.10.	Fase 6: ejecución.....	71
3.3.2.11.	Fase 7: entrega, recepción y documentación de proyecto.....	73

3.3.2.11.1.	Entrega y recepción de proyecto .....	73
3.3.2.11.2.	Documentación de proyecto .....	74
3.3.3.	Indicadores de desempeño de proyectos.....	74
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	77
CONCLUSIONES .....		89
RECOMENDACIONES .....		91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		93

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Indicadores de desempeño por año .....	34
2.	Percepción de la gestión de proyectos del Departamento de Infraestructura .....	37
3.	Proceso de gestión de proyectos vigentes .....	40
4.	Estructura propuesta para proyectos de infraestructura.....	54
5.	Esquema de las fases del proceso de cotización de proyectos .....	57
6.	Subfases del proceso de licitación de proyectos.....	62
7.	Cadena de autorización de proyectos clasificación 1 .....	68
8.	Cadena de autorización de proyectos clasificación 2.....	69
9.	Cadena de autorización de proyectos clasificación 3.....	70

### TABLAS

I.	Operativización de variables de la investigación .....	XXV
II.	Diferencias entre SCRUM y PMBOK .....	27
III.	Clasificación de proyectos de infraestructura .....	44
IV.	Puntos de control y entregables de proyectos clasificación 1 .....	48
V.	Fianzas para proyectos con clasificación 2 y 3 .....	65
VI.	Responsables de visto bueno y autorización según clasificación de proyecto .....	67
VII.	Matriz de indicadores de desempeño.....	76



## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje



## **GLOSARIO**

<b>Alcance</b>	Determinación concreta de los objetivos, requisitos y características que se deben alcanzar en un proyecto.
<b>Bases de licitación</b>	Conjunto de lineamientos, disposiciones generales y especificaciones técnicas que deben cumplirse por los oferentes para la presentación de propuestas económicas.
<b>Calidad (construcción)</b>	Cumplimiento de especificaciones técnicas y requerimientos.
<b>Ciclo de vida de proyecto</b>	Conjunto de fases en las que se organiza un proyecto desde su inicio hasta su cierre.
<b>Contratiempo</b>	Accidente o suceso inesperado que retrasa hacer lo que se desea.
<b>Contrato de confidencialidad</b>	Contrato legal entre dos partes para compartir material confidencial para fines específicos, pero restringiendo su uso y divulgación pública.
<b>Costo</b>	Precio pactado con un contratista.
<b>Cotización</b>	Proceso de cotizar un trabajo específico con más de un oferente.

<b>Cronograma de ejecución</b>	Herramienta de gestión de proyectos utilizado para la administración del tiempo. Describe todas las actividades, escalonadas de forma lógica, necesarias para finalizar un proyecto.
<b>Cuadro comparativo</b>	Herramienta de comparación de dos o más elementos de forma gráfica.
<b>Declaración de alcance</b>	Herramienta que define los límites y resultados esperados de un proyecto. También incluye las restricciones, suposiciones y factores claves de éxito del mismo.
<b>Eficacia</b>	Capacidad para producir el efecto deseado o de ir bien para determinada cosa.
<b>Entregable</b>	Cualquier bien, producto, servicio o resultado producido como resultado de un proyecto, destinado a ser entregado a un cliente (ya sea interno o externo).
<b>Estructura de descomposición de trabajo</b>	Herramienta que organiza el trabajo del equipo en secciones manejable, descomponiendo de forma jerárquica las actividades necesarias para alcanzar los objetivos de un proyecto. Abreviado como EDT.
<b>Fase</b>	Conjunto de actividades del proyecto relacionadas entre sí y que, en general, finaliza con la entrega de un producto parcial o completo.



<b>Fianza</b>	Convenio en el que una persona o empresa se hace responsable de los actos de otra, frente a un tercero. Garantía que busca asegurar el cumplimiento de un compromiso.
<b>Finiquito</b>	Documento con carácter legal que da por terminada una relación profesional entre un contratista y una empresa.
<b>GC-INF</b>	Gerencia Corporativa de Infraestructura
<b>Gestión</b>	Conjunto de operaciones que se realizan para dirigir y administrar un negocio o una empresa.
<b>Hito</b>	Acontecimiento o evento significativo que marca un momento importante en el desarrollo de un proyecto
<b>Indicador</b>	Medición cuantificable, acordadas de antemano, que refleja factores críticos de éxito de una organización.
<b>INF-COR-P-001</b>	Referencia interna de la organización a la Plantilla de bases de licitación de proyectos de inversión en infraestructura
<b>INF-COR-PO-001</b>	Referencia interna de la organización a la Política de Clasificación y lineamientos generales de proyectos de inversión en infraestructura

<b>INF-COR-F-001</b>	Referencia interna de la organización al Procedimiento para el diseño, proceso de compra y ejecución de proyectos de inversión en infraestructura
<b>Infraestructura</b>	Conjunto de elementos o servicios que están considerados como necesarios para que una organización pueda funcionar o bien para que una actividad se desarrolle efectivamente.
<b>Memoria de cálculo</b>	Documento que contiene de forma detallada los procedimientos, métodos, criterios y materiales empleados para calcular y diseñar un proyecto de construcción.
<b><i>On budget</i></b>	En presupuesto. Cumplimiento de la restricción del costo en el desarrollo de un proyecto.
<b><i>On scope</i></b>	En alcance. Cumplimiento del alcance inicial plasmado en la fase de planificación de un proyecto.
<b><i>On time</i></b>	En tiempo. Cumplimiento de la restricción del tiempo en el desarrollo de un proyecto.
<b>Plan estratégico</b>	Documento integrado en el plan de negocio que reúne la planificación a nivel económico, financiero, estratégico y organizativo con el que una empresa u organización cuenta para abordar sus objetivos y alcanzar su misión de futuro.

<b>Planificación de proyectos</b>	Disciplina que indica cómo llevar a cabo un proyecto en un plazo determinado, por lo general con etapas definidas, y con recursos designados.
<b>Planos <i>as built</i></b>	Planos finales de un proyecto finalizado. Incluyen las modificaciones que haya sido necesario modificar durante la ejecución de un proyecto.
<b>PMBOK</b>	<i>Project Management Body of Knowledge</i> (guía de los fundamentos para la dirección de proyectos)
<b>Portafolio de proyectos</b>	Documento que contiene el listado de proyectos exitosos desarrollados por un proveedor. Incluye referencias comerciales para validar la información que contiene.
<b>Precalificación</b>	Evaluación realizada a proveedores o contratistas en donde se evalúa su capacidad técnica, financiera, experiencia y referencias comerciales previo a ser considerado dentro de un proceso de cotización o licitación.
<b>Proceso</b>	Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.
<b>Recurso</b>	Medio de cualquier clase que sirve para conseguir un fin o satisfacer una necesidad.

<b>Renglón</b>	Concepto que comprende una actividad en un presupuesto.
<b>Reproceso</b>	Acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos. Por lo general representa repercusión ya sea económica o de tiempo.
<b>Rubro</b>	Concepto que comprende varias actividades o renglones en un presupuesto.
<b>UO</b>	Unidad Operativa

## **RESUMEN**

Esta investigación busca sistematizar el modelo de gestión de proyectos existente en el Departamento Corporativo de Infraestructura. El objetivo es mejorar los resultados de desempeño de proyecto, que son el cumplimiento del costo, tiempo de ejecución, alcance y cumplimiento de especificaciones fijados en la fase de planificación, los cuales no se están cumpliendo en los proyectos desarrollados.

La metodología de la investigación tuvo un enfoque mixto, con un diseño no experimental, con estudio tipo descriptivo-transversal y un alcance metodológico de tipo descriptivo. Para recopilar información se utilizaron técnicas de revisión documental, revisión de registros y encuestas basadas en entrevistas.

El principal resultado de la investigación es la propuesta de un modelo de gestión de proyectos confiable, eficiente y con evaluación constante, que refuerza el cumplimiento de las metas establecidas y la administración exitosa de proyectos. Los beneficios que implica utilizarlo son la mejora de tiempo de desarrollo de proyectos, disminución de costos producto de reprocesos y eliminación de conflictos que dañan la eficiencia, productividad y el clima laboral.

Se concluye que el modelo de gestión propuesto puede eliminar o por lo menos disminuir entre un 80 % a 90 % la cantidad de proyectos ejecutados con alcances menores a los planificados. Se recomienda a la Industria Química implementar el modelo de gestión de proyectos de infraestructura propuesto.



## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS ORIENTADORAS**

Dentro de la industria química existe el Departamento Corporativo de Infraestructura, que se encarga del desarrollo de proyectos regionales de construcción e infraestructura ligado, directamente, con la planeación estratégica de la organización. Un porcentaje considerable de estos proyectos no se está desarrollando en toda su extensión debido a que el proceso de planificación que se está utilizando no es el más adecuado, en especial, la fase de factibilidad económica, cuyos presupuestos están muy alejados de la realidad.

### **Formulación de pregunta central**

- ¿Cómo un buen modelo de gestión de proyectos puede mejorar el Departamento de Infraestructura en una industria química?

### **Preguntas específicas**

- ¿Cuál es el estado situacional en el Departamento de Infraestructura, en cuanto a las actividades relacionadas a la planificación de proyectos?
- ¿Cómo se puede determinar la herramienta más adecuada a utilizar para el modelo de gestión de proyectos?
- ¿Qué subsistemas de gestión son necesarios para que el diseño de gestión de proyectos sea funcional?





## OBJETIVOS

- Objetivo general

Diseñar el modelo de gestión de proyectos para el Departamento de Infraestructura en una industria química.

- Objetivos específicos

- Determinar el estado situacional del Departamento de Infraestructura, en cuanto a las actividades relacionadas a la planificación de proyectos.
- Definir la herramienta más adecuada a utilizar para el modelo de gestión de proyectos.
- Desarrollar los subsistemas de gestión necesarios para que el diseño del modelo de gestión de proyectos sea funcional.



## RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

La necesidad principal que se subsanará con el estudio de investigación es la eliminación o reducción de la cantidad de proyectos desarrollados con alcances menores a los esperados y contratiempos con repercusión económica.

La metodología de investigación tiene las siguientes características:

- Enfoque mixto, ya que utilizó la medición de métricas e indicadores para el control del proceso y medición del comportamiento de la gestión de proyectos (cuantitativo) y utilizó la revisión documental al investigar los antecedentes del problema (cualitativo).
- Tipo no experimental porque no se manipularon las variables independientes planteadas. Está basada, fundamentalmente, en la observación de la situación actual para después analizarla.
- Estudio de carácter descriptivo porque se contó con la información necesaria de los procesos del Departamento de Infraestructura para diseñar procedimientos e indicadores para la gestión de proyectos de infraestructura.
- Tipo transversal porque el estudio de investigación estuvo delimitado en tiempo, existiendo una fecha de inicio y fin del proyecto.
- Alcance metodológico tipo descriptivo, ya que se contó con la información necesaria para determinar el estado situacional del Departamento de Infraestructura y para determinar las causas que han producido retrasos, insatisfacción por parte del cliente interno y reprocesos con repercusión económica en el desarrollo de proyectos

El tipo de muestreo fue no probabilístico del tipo intencional o de conveniencia, ya que se seleccionaron los últimos proyectos ejecutados en la organización, con el objetivo de que los resultados fuesen representativos y poder apreciar tendencias a través de períodos de tiempo continuos.

Para recopilar información se utilizaron las siguientes técnicas:

- Revisión de documentación oficial. Se analizaron los procedimientos oficializados establecidos existentes para el desarrollo de proyectos de infraestructura, con el fin de tener una visión de los procesos actuales y detectar puntos de mejora.
- Revisión de registros. Se analizaron los resultados de ejecución contra planificación del Departamento de Infraestructura de los últimos 5 años, para identificar las actividades que generaron mayor retraso.
- Entrevistas. Se realizaron encuestas basadas en entrevistas a los gerentes de unidades operativas con los cuales se han desarrollado proyectos. Esto identificó los principales problemas en la gestión de proyectos y fue parte del diagnóstico de la situación actual.

Las principales variables del trabajo de investigación fueron:

Tabla I. **Operativización de variables de la investigación**

<b>Variable</b>	<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>
Dependiente	<i>On time</i> (en tiempo)	Cuantitativa continua
	<i>On budget</i> (en presupuesto)	Cuantitativa continua
	<i>On scope</i> (en alcance)	Cuantitativa continua
Independiente	Presupuesto inicial autorizado	Cuantitativa continua
	Presupuesto ejecutado real	Cuantitativa continua
	Tiempo de ejecución teórico	Cuantitativa discreta
	Tiempo de ejecución real	Cuantitativa discreta

Fuente: elaboración propia.

El esquema de solución utilizado para alcanzar los objetivos de la investigación se desarrolló en tres etapas:

- Etapa 1. Revisión documental, obtención de información y análisis del estado situacional del Departamento de Infraestructura

Se revisaron los indicadores de desempeño de los proyectos desarrollados en los últimos 5 años. Se realizó una encuesta en persona con los gerentes de unidades operativas con quienes se han desarrollado proyectos, con el fin de obtener un diagnóstico de la situación actual.

Se analizó la información recopilada y se identificaron las actividades en las que se han generado más atraso y las principales falencias del modelo. Se definió un plan de acción a tomar, incluyendo una identificación de los pasos estrictamente necesarios para desarrollar proyectos, incluyendo la recepción, validación y socialización de las necesidades del cliente interno.

- Etapa 2. Selección de la herramienta de gestión de proyectos

Basado en la información de la primera etapa, se buscó y definió una herramienta de gestión de proyectos adecuada para el modelo de gestión.

- Etapa 3. Diseño del modelo de gestión de proyectos

Se diseñó el modelo de gestión de proyectos de infraestructura. Se desarrollaron procedimientos formales, documentos y políticas específicas de cada fase del desarrollo de proyectos. Con lo anterior se abarcaron los subsistemas de gestión necesarios para que el diseño del modelo de gestión de proyectos sea funcional.

Se diseñaron indicadores de gestión para la evaluación y monitoreo de los procesos planteados y del modelo, que permite visualizar, dar seguimiento y tomar decisiones de manera temprana.

## INTRODUCCIÓN

El diseño del modelo de gestión de proyectos propuesto para el Departamento de Infraestructura es una sistematización compuesta de un conjunto de políticas y procedimientos formales que buscan mejorar los resultados de desempeño de proyectos. A su vez, contempla herramientas de evaluación para registrar y verificar el estado y los resultados de los procedimientos involucrados.

El problema que presenta la organización son proyectos con resultados deficientes de ejecución, donde no se cumplen las restricciones de tiempo, costo y alcance definidos en la fase de planificación. Esto propicia que se ejecuten proyectos con alcances menores a los esperados, se generen contratiempos con repercusión económica y se obstaculice el crecimiento de la organización. Por esta razón la solución es importante para no retrasar la entrega y puesta en marcha de proyectos clave de infraestructura que, por lo general, sirven de soporte para la cadena de abastecimiento, producción y comercialización.

El aporte principal de la investigación es un modelo de gestión de proyectos confiable, eficiente y con evaluación constante, que refuerza el cumplimiento de las metas establecidas y la administración exitosa de proyectos. También sirve a los trabajadores de todas las unidades operativas como herramienta para desarrollar y ejecutar ágilmente proyectos de infraestructura.

La metodología utilizada para la investigación tuvo un enfoque mixto, ya que se midieron métricas e indicadores y a la vez se hizo una revisión documental. El diseño fue de tipo no experimental porque no se manipularon variables

independientes. El estudio tuvo un alcance descriptivo de tipo transversal ya que se contó con la información necesaria y porque el estudio se delimitó en un tiempo definido.

El diseño de modelo de gestión inició con una primera etapa que consiste en la revisión documental de los proyectos desarrollados en los últimos 5 años, de los procedimientos actuales y con entrevistas a los gerentes de unidades operativas para obtener un diagnóstico de la situación actual. Luego, se pasó a la segunda etapa en la cual se lleva a cabo el análisis de información, con el fin de identificar aspectos claves. La tercera etapa consistió en el diseño del modelo de gestión de proyectos de infraestructura, para ello, se desarrollaron procedimientos y políticas específicos para cada fase del desarrollo de proyectos. En la cuarta etapa se diseñaron indicadores de gestión para la evaluación y monitoreo de los procesos del modelo. Finalmente, en la quinta etapa se redactó el informe final, con los resultados obtenidos.

El trabajo de investigación se desarrolló en tres capítulos: el primero incluye el marco teórico donde se describe el giro del negocio, el proceso actual para la gestión de proyectos y se abordan definiciones sobre modelos de gestión de proyectos que se utilizaron como herramienta de la investigación.

El segundo capítulo comprende la presentación de resultados. En él se evidenciaron los resultados deficientes en los últimos 3 años con tendencia de impacto negativo, oportunidades de mejora en la fase de planificación y conceptualización y debilidades en la fase de cierre de proyectos. También incluye la propuesta del modelo de gestión de proyectos, que combina métodos de ingeniería, de administración y de dirección de operaciones a los procesos relacionados con el rol del Departamento de Infraestructura



En el tercer capítulo se aborda la discusión de resultados junto con el análisis interno y externo de la investigación.



## **1. MARCO TEÓRICO**

En esta sección se describen conceptos y definiciones relacionados con la industria química y al giro de negocio de organización bajo estudio. Asimismo, se abordan metodologías y modelos de gestión de proyectos sobre los cuales se fundamentará el diseño de la solución.

### **1.1. Industria química**

A continuación, se describe la definición formal de industria química y descripciones de los elementos que la componen.

#### **1.1.1. Definición formal**

Industria se refiere a “conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos naturales” (Real Academia Española, s.f., párr. 2).

Montes-Valencia (2015) indica que la industria química es el área que comprende las empresas que producen productos químicos industriales, por medio de la transformación de materias primas de cualquier origen, para satisfacer las necesidades humanas, principalmente en temas de agricultura y ganadería.

La mayor parte del giro del negocio de la corporación industrial, bajo estudio, está en la comercialización de fertilizantes y productos químicos para la protección de cultivos (herbicidas, insecticidas y fungicidas) los cuales

Villacencio, Arvanitis y Minsberg (1995) define como industria petroquímica, industria inorgánica básica e industria de química especializada.

La Food and Agriculture Organization (2015) presentó en su informe *World fertilizer trends and outlook to 2018* la importancia que tiene la industria química en la sostenibilidad de la alimentación humana, indicando que: los fertilizantes representan un papel importante en la producción agrícola mundial. Sin ellos los rendimientos de los cultivos irían a la baja, sobre todo los rendimientos de los cultivos más importantes del mundo. También arroja cifras como que, en el transcurso de 10 años, desde 2008 a 2018 el consumo de fertilizantes se proyecta un incremento a nivel mundial de 25 %, teniendo una demanda mundial proyectada de 200 millones de toneladas de fertilizantes para 2018.

### **1.1.2. Fertilizante**

Chamba (2000) define fertilizante como “cualquier material orgánico o inorgánico, natural o sintético, que se adiciona al suelo con la finalidad de suplir en determinados elementos esenciales para el crecimiento de las plantas” (p.13).

Documentos internos de la Industria Química (2016) también definen fertilizante como “Compuestos de origen natural o artificial, que proveen a las plantas uno o más elementos necesarios para su desarrollo, crecimiento, reproducción u otros procesos” (p. 11).

Documentos internos de la Industria Química (2016) clasifican los fertilizantes en dos grandes categorías: las mezclas físicas y las mezclas químicas. Define una mezcla física como una mezcla mecánica de diferentes materias primas, en la que cada una mantiene su integridad. También define que

una mezcla química es un fertilizante en donde la mezcla de nutrientes se llevó a cabo en la planta de origen, previo a la granulación de este.

## **1.2. Departamento de Infraestructura**

A continuación, se describe la definición formal y las funciones y procedimientos de un Departamento de Infraestructura.

### **1.2.1. Definición**

Para definir qué es un Departamento de Infraestructura, primero se debe definir qué es infraestructura, y la Real Academia Española (2019) la define como “conjunto de elementos o servicios que se consideran necesarios para la creación y funcionamiento de una organización cualquiera (...)”.

A su vez, infraestructura se define infraestructura como “conjunto de medios técnicos, servicios e instalación es necesarios para el desarrollo de una actividad o para que un lugar pueda ser utilizado” (*Spanish Oxford Living Dictionary*, s.f., párr. 1).

En la corporación bajo estudio se define que un Departamento de Infraestructura es una sección responsable de gestionar los servicios de la infraestructura física e instalaciones a la corporación, a través de la planificación, diseño y ejecución de proyectos de construcción a nivel regional ligados directamente con la planeación estratégica o a los objetivos operativos de la organización.

## **1.2.2. Funciones y procedimientos**

A continuación, se definirán las principales funciones y procedimientos de un Departamento de Infraestructura.

### **1.2.2.1. Diseño de proyectos o planificación**

La Real Academia Española (2019) define la planificación como “plan general, metódicamente organizado y frecuentemente de gran amplitud, para obtener un objetivo determinado, tal como el desarrollo armónico de una ciudad, el desarrollo económico, la investigación científica, el funcionamiento de una industria, etc.” (párr. 2).

Román (1999) define el diseño de proyectos o planificación como el proceso de elaboración de propuesta de trabajo cumpliendo pautas y procedimientos sistemáticos, donde están identificados los beneficiarios y actores clave y están definidos los objetivos del proyecto, resultados o productos esperados, actividades y recursos mínimos.

Kerzner (2003) describe la planificación como la función de seleccionar las metas y propósitos de la empresa y establecer las políticas, procedimientos y programas necesarios para lograrlos. La planificación en un entorno de proyecto puede describirse como el establecimiento de un curso de acción predeterminado dentro de un entorno previsto. Los requisitos del proyecto establecen los hitos principales.

#### **1.2.2.2. Licitación de proyectos**

El Spanish Oxford Living Dictionaries (2019) define licitación de proyectos como “sistema por el que se adjudica la realización de una obra o un servicio, generalmente de carácter público, a la persona o la empresa que ofrece las mejores condiciones” (párr. 1).

Respecto a una definición más amplia de licitación, se puede decir que:

Es un proceso de cotización que busca obtener mejores resultados a la hora de solicitarle a empresas proveedoras de servicios por la ejecución de un proyecto específico. Esto lo logra a través del establecimiento un conjunto de documentos que se utilizan como bases que buscan que todos los proveedores generen cotizaciones teniendo claro y delimitado el alcance del proyecto y la calidad esperada (J. Godoy, comunicación personal, 2019).

Raymond (2007) indica que entre los documentos que se utilizan para realizar una licitación se pueden mencionar, pero sin limitarse, los siguientes:

- Bases de licitación
- Planos o esquemas
- Identificación y cuantificación de renglones de trabajo
- Especificaciones técnicas

#### **1.2.2.3. Contratos de obra**

J. Godoy (comunicación personal, 2019) define un contrato de obra como “un contrato especial que puede definirse como un acuerdo legal por el cual un contratista (proveedor) se compromete a ejecutar y entregar un proyecto

cumpliendo especificaciones técnicas, alcance, tiempo y costos pactados en el proceso de licitación”.

A su vez, González, Peignand y Yaryura (2016) definen un contrato de obra como “aquel en el que una de las partes encarga a la otra la construcción de un inmueble, con sujeción a un proyecto arquitectónico o de ingeniería previamente definido, obligándose a pagar por ello un precio cierto” (p. 36).

J. Godoy (comunicación personal, 2019) también indica que, en cuanto a la función de un Departamento de Infraestructura en la elaboración de contratos de obra:

(...) radica en la revisión detallada de que, tanto el contenido del contrato como los anexos al mismo, contengan por completo las condiciones bajo las cuales está siendo adjudicada la obra, asegurándose que quede clara la triple restricción (costo, tiempo y alcance) la calidad esperada (que se identifica con las especificaciones técnicas) y otras condiciones de ejecución, como lo son las formas de pago, las penalizaciones por atrasos y garantías

#### **1.2.2.4. Dirección de proyectos**

El Project Management Institute (2017) define un proyecto como “un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (p. 3).

El Project Management Institute (2017) define la dirección de proyectos como “la aplicación del conocimiento, de las habilidades, y de las técnicas para ejecutar los proyectos en forma eficiente y efectiva”. (párr. 5)



La dirección de proyectos se basa en 5 actividades o grupos de procesos, que según Hurtado (2011) son los siguientes:

- Proceso de iniciación, donde se define el inicio de un nuevo proyecto.
- Proceso de planificación, donde se definen los objetivos, alcance, cronograma, presupuesto, calidad, recursos humanos, riesgos y otros aspectos del proyecto.
- Proceso de ejecución, donde se llevan a cabo todas las actividades planteadas en el proceso de planificación, con el objetivo de guiar y apoyar a los encargados de cada uno alcanzar los objetivos.
- Proceso de monitoreo y control, donde se ejecutan procesos para darle seguimiento al desempeño del proyecto y donde se pueden plantear cambios en procesos específicos durante la ejecución.
- Procesos de cierre, donde se da formalmente el cierre del proyecto, con actividades de documentación y registro de objetivos alcanzados.

La dirección de proyectos consiste, básicamente, en organizar y controlar para realizar los trabajos del proyecto en alcance, tiempo y costo establecidos. Según Gbenedji (2016) entre las funciones generales se pueden mencionar:

- Liderar y dirigir al equipo responsable de la ejecución del proyecto
- Coordinar todas las partes interesadas e involucradas en el proyecto (internas y externas)
- Controlar los recursos asignados al proyecto con el fin de cumplir la triple restricción.

### **1.2.3. Principales tipos de proyectos**

A continuación, se describirán los principales tipos de proyectos que desarrolla el Departamento de Infraestructura bajo estudio.

### **1.2.3.1. Construcciones generales**

El diccionario Merriam-Webster (2019) define construcción como “1: el acto o resultado de construir, interpretar o explicar. 2a: el proceso, el arte o la manera de construir algo”. (párr. 1)

La construcción es el proceso de elaboración de un edificio o infraestructura. La construcción comienza con la planificación, el diseño y la financiación; continúa hasta que el proyecto está construido y listo para su uso (Halpin y Senior, 2010).

En general, hay tres sectores de la construcción: edificios, infraestructura e industrial. El sector de edificios comprende los complejos residenciales y comerciales, instalaciones educativas y recreativas, hospitales y hoteles y bodegas. El sector de infraestructura comprende trabajos intensivos en capital y orientados a equipos pesados que involucran el movimiento de gran cantidad de materiales de gran tamaño como tierra, acero y concreto. El sector industrial incluye la construcción de plantas de manufactura y plantas de procesamiento como acerías, refinerías de petróleo y fábricas de bienes de consumo (Chitkara, 1998).

### **1.2.3.2. Construcción de bodegas de producción y almacenamiento**

El diccionario Harris (2006) define bodega o almacén como un edificio para almacenar mercancías. Los almacenes son utilizados por fabricantes, importadores, exportadores, mayoristas, empresas de transporte, aduanas, entre otros. Por lo general, son grandes edificios en parques industriales en las afueras de ciudades, pueblos o aldeas.

Blass (2014) define producción como “la actividad principal de cualquier sistema económico que está organizado precisamente para producir, distribuir y consumir los bienes y servicios necesarios para la satisfacción de las necesidades humanas” (p. 455).

Gran parte de las bodegas que se construyen son para almacenamiento, que se define como “parte de la logística que incluye las actividades relacionadas con el almacén; en concreto, guardar y custodiar existencias que no están en proceso de fabricación, ni de transporte” (Jordi, Navascués y Gasca, 1998, p. 127).

#### **1.2.3.3. Evaluación y compra de terrenos industriales**

La Real Academia Española (2019) define inmueble como “porción de suelo o parcela enclavada en un término municipal y cerrada por una línea poligonal que delimita el ámbito espacial del derecho de propiedad de dicha parcela y, en su caso, de las construcciones situadas en la misma” (RAE, 2019, párr. 1).

A su vez, el Spanish Oxford Living Dictionaries (2019) define bienes raíces como “La profesión de comprar, vender o alquilar terrenos, edificios o viviendas” (párr. 1).

Por lo general, la organización bajo estudio evalúa y compra terrenos en zonas industriales, que son definidas como “un espacio territorial en el cual se agrupan una serie de actividades industriales, que pueden o no estar relacionadas entre sí que se encuentra en terreno favorable” (Mendoza, 2014, p. 6).

#### **1.2.3.4. Remodelación de oficinas administrativas o salas de venta**

La Real Academia Española (2019) define remodelar como “Reformar algo, modificando alguno de sus elementos, o variando su estructura.” (párr. 1).

A su vez, el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (2018) define remodelar como “el desarrollo de nuevos diseños en una edificación. Incluye el levantamiento de lo existente, la revisión de los sistemas mecánicos, eléctricos y estructurales, para determinar si la remodelación implica un cambio en estos” (p.11).

En la última década, ha existido una tendencia hacia las oficinas abiertas (las cuales son en las que las divisiones internas entre empleados no existen o son casi nulas). A pesar de que este modelo de oficinas se utiliza para mejorar la colaboración y la formación de equipos de trabajo, se ha demostrado que está relacionada negativamente con la satisfacción de los trabajadores con su entorno físico y la productividad percibida (Brennan, Chugh, y Kline, 2002).

### **1.3. Sistemas de gestión de proyectos**

A continuación, se profundizará sobre los términos sistema y gestión para un mejor entendimiento del concepto integrado de “sistema de gestión”.

#### **1.3.1. Sistema**

La Real Academia Española (2019) define un sistema como “1) Conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí. 2)

Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto.” (párr. 1).

También se puede definir como sistema al “conjunto de elementos relacionados entre sí funcionalmente, de modo que cada elemento del sistema es función de algún otro elemento, no habiendo ningún elemento aislado” (Ferrater, 2019, párr. 1).

Como conclusión se puede decir que un sistema es un conjunto de elementos que se relacionan unos con otros, sin dejar ningún elemento aislado, los cuales tienen un objetivo en común.

### **1.3.2. Gestión**

La Real Academia Española (2019) define gestión como “Llevar adelante una iniciativa o un proyecto” (párr. 1). A su vez, define la acción de gestionar como “Ocuparse de la administración, organización y funcionamiento de una empresa, actividad económica u organismo” (párr. 2).

Suárez (2007) indica que el objetivo de la gestión es “incrementar el rendimiento de las organizaciones, mejorando su economía, eficiencia y eficacia” (p. 3).

Como conclusión se puede definir gestión como un conjunto de acciones enfocadas en llegar a un objetivo, tomando en cuenta el tiempo y recursos que se tienen para realizar dichas acciones.

### **1.3.3. Sistemas de gestión**

Ogalla (2015) los define como un “esquema general de procesos y procedimientos que se emplea para garantizar que la organización realiza todas las tareas necesarias para alcanzar sus objetivos” (p. 1).

Simons (1995) los define como “rutinas y procedimientos formales basados en información que los gerentes utilizan para mantener o alterar patrones en las actividades de la organización” (párr. 4).

Los sistemas de control de gestión son herramientas que ayudan a la administración a dirigir una organización hacia sus objetivos estratégicos y su ventaja competitiva. Los controles de gestión son solo una de las herramientas que los gerentes utilizan para implementar las estrategias deseadas. Sin embargo, las estrategias se implementan a través de controles de gestión, estructura organizativa, gestión de recursos humanos y cultura.

### **1.3.4. Gestión de proyectos**

Brown (2005) define la gestión de proyectos como la “aplicación de buenas prácticas de gestión de una manera estructurada, escogiendo las herramientas automatizadas apropiadas que puedan ayudarle”. (p. 8).

Ocaña (2013) menciona que entre las principales funciones de la gestión de proyectos se encuentran:

Iniciar, planificar, ejecutar, controlar y cerrar todas las tareas del proyecto para obtener el máximo éxito con nuestro proyecto y que así se beneficien tanto nuestros clientes como nuestros patrocinadores, nuestro equipo de

proyecto y nuestra compañía. Proponer su cierre lo antes posible en caso de predecir fundadamente su inviabilidad (p. 3).

El PMBOK (2017) define proyecto como “esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (p.417). A su vez indica que tiene un principio y un final definidos, metas a alcanzar establecidas y objetivos que buscan lograr un beneficio o valor añadido para la empresa.

Luévanos, López, y Medina (2016) brindan una definición más completa de la gestión o administración de proyectos, definiéndola como:

(...) la disciplina que guía e integra los procesos de planificar, captar, dinamizar, organizar talentos y administrar recursos, con el fin de culminar todo el trabajo requerido para desarrollar un proyecto y cumplir con el alcance, dentro de límites de tiempo, y costo definidos: sin estrés y con buen clima interpersonal. Todo lo cual requiere liderar los talentos, evaluar y regular continuamente las acciones necesarias y suficientes (p.16).

Martínez (2019) resalta que “El principal desafío de la gestión de proyectos es lograr todos los objetivos del proyecto dentro de las restricciones dadas” (p. 2). A su vez indica que estas restricciones (alcance, tiempo, calidad y presupuesto) se dejan plasmados en la documentación inicial del proyecto, durante el proceso de desarrollo inicial.

La planificación del proyecto generalmente consiste en:

- Determinar la metodología de gestión del proyecto a seguir (p. Ej., si el plan se definirá totalmente al frente, de manera iterativa o en oleadas).
- Desarrollar la declaración de alcance.
- Seleccionando el equipo de planificación.

- Identificar los entregables y crear las estructuras de desglose del producto y del trabajo.
- Identificando las actividades necesarias para completar esos entregables y conectando las actividades en su secuencia lógica.
- Estimar los recursos de cada actividad.
- Estimación el tiempo de ejecución de las tareas y actividades.
- Estimación del costo de las actividades.
- Desarrollo del horario.
- Desarrollo del presupuesto.
- Planificación de riesgos.
- Obteniendo la aprobación formal para comenzar a trabajar.

Según el Project Management Institute (2017) el conocimiento de gestión de proyectos se basa en diez áreas:

- Integración
- Alcance
- Hora
- Costo
- Calidad
- Obtención
- Recursos Humanos
- Comunicaciones
- Gestión de riesgos
- Gestión de los interesados



### **1.3.5. Herramientas para gestión de proyectos**

A continuación, se describirán las principales herramientas utilizadas para la gestión de proyectos.

#### **1.3.5.1. PMBOK**

El PMBOK (2013) define el PMBOK como “una guía utilizada por los gestores de proyectos para dirigir el proceso de un proyecto de éxito, y se caracteriza por la definición de procesos y áreas de conocimientos de las cuales se generan prácticas” (p.2).

Brown (2005) resalta que el PMBOK está estructurado en áreas de gestión del conocimiento y en procesos de gestión de proyectos. Ambos fundamentos se basan en conocimientos adquiridos a través de la experiencia de ejecución de proyectos, integrando buenas prácticas (con resultados comprobados) y tecnologías innovadoras en la estructura administrativa de la gestión de proyectos.

El Project Management Institute (2017) hace énfasis en las ventajas que brinda la administración de proyectos por medio de la metodología del PMBOK. Entre las principales ventajas menciona que es de aplicación general, que puede ser adaptado a muchos giros de negocio y que cuenta con un reconocimiento mundial del valor y utilidad que aporta.

##### **1.3.5.1.1. Ciclo de vida**

El ciclo de vida de un proyecto es “el conjunto de fases en las que se organiza un proyecto desde su inicio hasta su cierre” (Almunia, 2017, párr. 1).

Proporciona un marco para administrar cualquier tipo de proyecto dentro de una empresa. Los líderes en gestión de proyectos han llevado a cabo investigaciones para determinar el mejor proceso por el cual ejecutar proyectos

Almunia (2015) brinda una definición formal de fase de proyectos como “(...) conjunto de actividades del proyecto relacionadas entre sí y que, en general, finaliza con la entrega de un producto parcial o completo”. (párr. 1)

Según Ocaña (2013) el ciclo de vida de cada proyecto no se define de forma genérica, sino que se adapta según la organización o el tipo de industria en la que se ejecuta el proyecto. Ahora bien, el autor identifica que existe una estructura universal del ciclo de vida, compuesto por las siguientes cuatro fases:

- Fase No. 1 Conceptualización  
También conocida como fase de iniciación, es el arranque de cualquier proyecto. Para que comience la Fase de Conceptualización, la alta gerencia debe reconocer una necesidad estratégica del proyecto o servicio.
- Fase No. 2 Planificación  
Esta fase inicia luego de que la gerencia autoriza el lanzamiento de un proyecto. En esta etapa se establece un conjunto más formal de planes, que describe los objetivos iniciales.
- Fase No.3 Ejecución  
En esta fase se realiza el trabajo real del proyecto. Los materiales, herramientas y recursos necesarios se transforman para alcanzar los objetivos del proyecto. Durante esta fase, el rendimiento se mide continuamente para garantizar el éxito.

- Fase No. 4 Terminación  
Esta es la última fase, también se conoce como Cierre del proyecto. Esta fase comienza una vez que el proyecto se ha completado.

Ogalla (2015) identifica las características principales de las fases de los proyectos, las cuales son las siguientes:

- Están enfocadas en una tarea específica
- Se consideran finalizadas al alcanzar un entregable
- Terminan con la revisión y la aprobación del entregable

#### **1.3.5.1.2. Áreas de conocimiento**

El PMBOK (2013) agrupa, todos los procesos relacionados con la gestión de proyectos, en diez áreas de gestión de conocimientos. Estas áreas son las siguientes:

- Gestión de la integración del proyecto  
Son todos los procesos que reúnen los intereses de los involucrados en el proyecto. Incluye actividades para delimitar el alcance, reunir información de la expectativa del proyecto, transformar estas ideas en un plan estructurado y procesos de medición y monitoreo del avance del proyecto.
- Gestión del alcance  
Son los procesos que definen el alcance de los proyectos. Se incluyen actividades como la elaboración de una segunda acta de constitución del proyecto, recopilación de los requisitos críticos del proyecto, se crea una estructura de desglose de trabajos y se definen los puntos de control para monitorear el avance del proyecto.

- **Gestión del tiempo**  
Incluye los procesos de elaboración de cronogramas de ejecución, uso de los recursos materiales y humanos a lo largo del ciclo de vida del proyecto y análisis de riesgos que puedan inferir en la finalización de este, en el plazo requerido.
- **Gestión del coste**  
Incluye los procesos de elaboración del presupuesto de inversión, análisis financiero y fondeo del proyecto. También abarca el análisis de riesgos y planes de acción de mitigación de estos, de manera que el proyecto se ejecute y complete con el presupuesto aprobado.
- **Gestión de la calidad**  
Comprende el establecimiento de los estándares de calidad, especificaciones técnicas y características específicas de los productos esperados del proyecto.
- **Gestión de los recursos humanos**  
Abarca procesos de organización, gestión y uso del equipo humano asignado al proyecto.
- **Gestión de las comunicaciones**  
Contiene los procesos que establecen canales de comunicación adecuados para que la comunicación y la administración de la información sean oportunas y adecuadas a lo largo de todas las fases del proyecto.
- **Gestión de los riesgos**  
Incluye los procesos del análisis de riesgos, en donde se realizan análisis de la probabilidad de ocurrencia, el nivel de impacto que podría

representar en el alcance, tiempo, costo o éxito del proyecto. También se establecen planes de respuesta para disminuir la probabilidad y el impacto negativo de los riesgos del proyecto.

- **Gestión de las adquisiciones**  
Abarca procesos como planes de compra de productos o servicios, administración de recursos que involucren importación y el análisis de los desembolsos relevantes del proyecto.
- **Gestión de los interesados del proyecto**  
Incluye los procesos en donde se identifican a las personas y organizaciones interesadas en el proyecto, así como sus intereses y expectativas del proyecto.

#### **1.3.5.2. PRINCE2**

PRINCE2 es un método de gestión de proyectos estructurado y un programa de certificación profesional. Enfatiza la división de proyectos en etapas manejables y controlables. Existe desde 1989 y fue organizado por la Oficina de Comercio del Gobierno en el Reino Unido.

Las características clave de PRINCE2 se centran en la justificación comercial, define la estructura de una organización para el equipo de gestión de proyectos y su enfoque se basa en el producto. Hace énfasis en la división del proyecto en etapas manejables y controlables, con flexibilidad. PRINCE2 proporciona un gran control sobre los recursos del proyecto y sobresale en la gestión del negocio y el riesgo del proyecto de manera más efectiva.

#### **1.3.5.2.1. Principios**

PRINCE2 se basa en siete principios y estos no se pueden adaptar. Los principios PRINCE2 se basan en la idea de mantener el proyecto alineado con la metodología PRINCE2. Si un proyecto no cumple con estos principios, no se está administrando con PRINCE2.

- **Justificación comercial continua**  
El caso de negocios es el documento más importante y se actualiza en cada etapa del proyecto para garantizar que siga siendo viable. La terminación anticipada puede ocurrir si este deja de ser el caso.
- **Aprender de la experiencia**  
Cada proyecto mantiene un registro de lecciones y los proyectos deben referirse continuamente a los registros de lecciones de los proyectos anteriores y simultáneos para evitar reinventar las ruedas. A menos que las lecciones provoquen cambios, son solo lecciones identificadas (no aprendidas).
- **Roles y responsabilidades definidos**  
Los roles están separados de los individuos, que pueden asumir múltiples roles o compartir un rol. Los roles en PRINCE2 están estructurados en cuatro niveles (gestión corporativa o de programa, junta de proyecto, nivel de gerente de proyecto y nivel de equipo). El Equipo de gestión de proyectos contiene los tres últimos, donde deben presentarse todas las partes interesadas principales (empresa, usuario, proveedor).

- **Gestionar por etapas**  
El proyecto se planifica y controla etapa por etapas. Moverse entre las etapas incluye actualizar el caso de negocios, los riesgos, el plan general y el plan detallado de la próxima etapa a la luz de la nueva evidencia.
- **Administrar por excepción**  
Un proyecto PRINCE2 tiene tolerancias definidas (6 aspectos anteriores) para cada objetivo del proyecto, para establecer límites de autoridad delegada. Si un nivel de gestión pronostica que se exceden estas tolerancias (por ejemplo, el tiempo de una etapa de gestión será más largo que el tiempo estimado en la etapa de gestión actual)
- **Enfoque en productos**  
Un proyecto PRINCE2 se enfoca en la definición y entrega de los productos, en particular sus requisitos de calidad.
- **Adaptado al entorno del proyecto**  
PRINCE2 está diseñado para adaptarse al entorno del proyecto, el tamaño, la complejidad, la importancia, la capacidad de tiempo y el riesgo. La adaptación es la primera actividad en el proceso Iniciando un proyecto y revisado para cada etapa.

Cabe destacar que no todos los aspectos de PRINCE2 serán aplicables a cada proyecto, por lo que cada proceso tendrá una nota sobre la escalabilidad. Esto orienta al gerente del proyecto (y a otras personas involucradas en el proyecto) en cuanto a la cantidad del proceso por aplicar.

El aspecto positivo de esto es que PRINCE2 se puede adaptar a las necesidades de un proyecto en particular. El aspecto negativo es que muchos de

los elementos esenciales de PRINCE2 pueden omitirse, lo que a veces resulta en un proyecto que difícilmente se puede considerar como PRINCE2.

#### **1.3.5.2.2. Aspectos principales**

Estos aspectos, también denominados tolerancias u objetivos de rendimiento, cuantifican la tolerancia del proyecto y se consideran durante los procesos de toma de decisiones. En algunas organizaciones, estos pueden ser indicadores de desempeño. Estos aspectos son:

- Alcance
- Escala de tiempo
- Riesgo
- Calidad
- Beneficios
- Costo

Cuenta con siete procesos principales, los cuales son:

- Inicio de un proyecto. En él se nombra al equipo del proyecto que incluye un ejecutivo y un gerente, y se redacta un resumen del proyecto.
- Iniciando un proyecto, en el cual se refinó el caso de negocios y se reunió la documentación de iniciación del proyecto.
- Dirigir un proyecto. Dicta las formas en las cuales se basa la Junta del proyecto para supervisarlos.
- Control de una etapa. Indica cómo se debe controlar cada etapa individual, incluida la forma de autorización y distribución de los paquetes de trabajo.
- Administrar la entrega del producto. El propósito es controlar el vínculo entre el Gerente del proyecto y el Gerente del equipo al establecer requisitos formales para aceptar, ejecutar y entregar el trabajo del proyecto.



- Gestión de los límites de la etapa. Indica cómo pasar de una etapa a la siguiente.
- Cierre de un proyecto. Cubre el desmantelamiento formal del proyecto, acciones de seguimiento y evaluación de los beneficios.

#### **1.3.5.2.3. Ventajas y desventajas**

Entre las principales ventajas y desventajas de PRINCE2 se encuentran:

- Proporciona un método para gestionar proyectos dentro de un marco claramente definido, pero la gestión de proyectos es una disciplina compleja y el uso de dicho marco no es garantía de un proyecto exitoso.
- A veces, se considera inapropiado para proyectos pequeños o donde se espera que cambien los requisitos, debido al trabajo requerido para crear y mantener documentos, registros y listas.
- La estructura de entrega también puede llevar a centrarse en la producción de entregables por su propio bien, para marcar las casillas en lugar de hacer un trabajo más útil.

Al comparar la metodología de PRINCE2 con el del PMI, se observa que ambas organizaciones de gestión de proyectos tienen un objetivo en mente: la gestión exitosa de proyectos y equipos. PMI puede ser el más conocido de los dos y, a través de PMBOK, ofrece métodos, herramientas y áreas de aprendizaje de conocimiento que ayudan a los gerentes a mejorar el éxito del proyecto. PRINCE2, por otro lado, se basa más en el proceso y se centra en los aspectos básicos de un proyecto para un éxito racionalizado

En el PMBOK, las áreas de conocimiento son fundamentales y su práctica basa en la investigación a largo plazo sobre la combinación de áreas de conocimiento para completar con éxito proyectos. PRINCE2 analiza más los

mejores procesos que se “recomiendan” para que los proyectos sean exitosos y logra sus mejores prácticas en un nivel más controlado.

### **1.3.5.3. SCRUM**

SCRUM es un marco de proceso ágil para gestionar el trabajo de conocimiento complejo. El énfasis inicial lo aplica en el desarrollo de software, aunque se ha utilizado en otros campos y está comenzando a ser explorado lentamente para otros trabajos complejos, investigación y tecnologías avanzadas.

Está diseñado para equipos de diez o menos miembros, que dividen su trabajo en objetivos que se pueden completar en iteraciones de tiempo, llamadas *sprints*, no más de un mes y más comúnmente dos semanas. Luego, siguen el progreso y vuelven a planificar, en 15 minutos, reuniones diarias de tiempo determinado, llamadas *scrums* diarios.

Adopta un enfoque empírico basado en la evidencia: acepta que el problema no puede entenderse o definirse completamente por adelantado y, en cambio, se enfoca en cómo maximizar la capacidad del equipo para entregar rápidamente, responder a los requisitos emergentes y adaptarse a la evolución tecnologías y cambios en las condiciones del mercado.

#### **1.3.5.3.1. Estructura**

La estructura metodológica de SCRUM incluye los siguientes elementos:

- Roles. Son las personas que participan en SCRUM. Se llaman roles porque todos tienen una función específica, hacen ciertas cosas y son responsables de ciertos asuntos.

- Eventos. Son reuniones con un propósito específico.
- Artefactos. Son los elementos que se producen como resultado de la aplicación de la metodología.
- Reglas.

Los roles de SCRUM son:

- Equipo de desarrollo. Incluye a personas que trabajan para completar las tareas del proyecto
- Dueño del producto. Persona que representa la voz de las partes interesadas y es responsable de garantizar que el equipo brinde valor al negocio.
- SCRUM Máster. Es la persona que se asegura de que el equipo de desarrollo trabaje siguiendo los valores y prácticas de SCRUM.

Los artefactos oficiales de SCRUM son:

- *Product backlog*. Es un conjunto completo de ideas, elementos y propuestas de desarrollo que se acumulan y compilan en una lista.
- *Backlog de sprint*. Es una lista de trabajo y tareas que es una muestra de la lista completa de *product backlog*.
- Incremento de producto. Es la versión actual del producto en desarrollo. Esa versión contiene todo el trabajo realizado anteriormente en el producto, más el trabajo realizado en el *sprint* actual.

#### **1.3.5.3.2. Ventajas y desventajas**

Entre las principales ventajas de SCRUM se pueden mencionar:

- Se adapta fácilmente a los cambios de alcance de un proyecto, ya que las planificaciones se hacen para eventos o esfuerzos de corto plazo.

- Divide grandes proyectos en conjuntos de actividades fácilmente manejables.
- El esfuerzo individual de cada miembro del equipo es visible durante las reuniones diarias de SCRUM.

Sus principales desventajas son:

- Las reuniones de seguimiento pueden percibirse como excesivas
- Puede influir de forma negativa en el tiempo y costo del proyecto
- No tiene en cuenta el plazo del proyecto

La gestión tradicional de proyectos del PMBOK realiza una planificación inicial detallada del proyecto con mayor prioridad para fijar el alcance, el costo y el cronograma, y administrar esos parámetros. Mientras que SCRUM fomenta la toma de decisiones iterativa basada en datos en la que el enfoque principal es entregar productos que satisfagan los requisitos del cliente.

Sus principales diferencias respecto a la metodología PMBOK del Project Management Institute se ilustran en la siguiente tabla.

Tabla II. **Diferencias entre SCRUM y PMBOK**

<b>Parámetros</b>	<b>SCRUM</b>	<b>PMBOK</b>
Énfasis en	Personas	Procesos
Documentación	Mínima	Exhaustivo
Estilo de proceso	Iterativo	Lineal
Nivel de planificación requerida	Bajo	Alto
Organización	Autoorganizado	Gestionado
Estilo de gestión	Descentralizado	Centralizado
Liderazgo	Colaborativo y de servicio	Comando y control
Involucramiento del cliente	Alta en todo el proyecto	Varía según el ciclo de vida del proyecto.

Fuente: elaboración propia.



## **2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

Para cumplir con los objetivos de la investigación y sustentar el diseño del modelo de gestión de proyectos propuesto, se realizaron distintas actividades desde trabajo de campo hasta análisis de resultados, las cuales se describen a continuación.

La primera etapa correspondió a la obtención de información para levantar un diagnóstico del estado situacional del Departamento de Infraestructura relacionado con las actividades de planificación de proyectos.

Dicho diagnóstico se realizó por medio de una revisión documental de los resultados de ejecución de los proyectos desarrollados en los últimos 5 años y por medio de entrevistas basadas en encuestas dirigidas a los gerentes con quienes se han desarrollado proyectos de inversión de infraestructura.

Los resultados de ejecución se encontraban archivados en la red interna de la organización en estudio y contenían, entre otras cosas, los resultados de cumplimiento del tiempo de ejecución. Ahora bien, para registrar los resultados de cumplimiento de costo y alcance, fue necesario revisar documentos que respaldaban los entregables de cada proyecto, como actas de cierre, finiquitos de obra y notas de entrega de cada proyecto.

La mayoría de las entrevistas se realizó de forma presencial y las que involucraron a personas fuera del país, por teléfono. La intención de las preguntas formuladas fue obtener datos acerca de cómo califica el desempeño del Departamento de Infraestructura en cada una de las fases del ciclo de vida de

los proyectos. El rango de calificación se estableció desde excelentes hasta pésimos. Además, registraron los problemas más frecuentes relacionados con los desempeños deficientes.

Para la segunda etapa de la investigación, adicional a la información recolectada, se investigaron los procedimientos que la empresa utiliza para desarrollar proyectos. La finalidad fue definir la herramienta más adecuada para la propuesta de modelo de gestión. Se identificó que, a pesar de que no existen procedimientos oficiales, si existe un conjunto de actividades que se acostumbra seguir en cada proyecto.

Una vez realizado el trabajo de campo, se inició el procesamiento de la información obtenida para analizarla posteriormente.

Se inició con la digitación de los resultados de las entrevistas basadas en encuestas y con los resultados de ejecución y cumplimiento de restricciones de los proyectos. Esta información se diagramó en dos gráficos de barras. En la primera gráfica se desplegaron los resultados de ejecución de todos los años recopilados para demostrar la tendencia del desempeño del Departamento de Infraestructura a través del tiempo. En la segunda gráfica se diagramaron los resultados de las encuestas para identificar las deficiencias y puntos de mejora de las fases de ciclo de vida de cada proyecto.

Se continuó con una diagramación de las actividades realizadas en cada proyecto para presentarlo como un proceso, identificando las principales actividades y puntos de control.

La información obtenida se analizó y se usó como base para diseñar el modelo de gestión de proyectos propuesto.



### **3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

En este capítulo se muestra, de forma detallada, la metodología propuesta para el modelo de gestión de proyectos para el Departamento de Infraestructura en una industria química.

Se inicia con la determinación del estado situacional. Luego, se muestra la herramienta más adecuada para el diseño del modelo de gestión de proyectos y finaliza con la propuesta del modelo de gestión que abarca los subsistemas de gestión necesarios para que el diseño del modelo de gestión de proyectos sea funcional.

Para alcanzar los objetivos propuestos de la investigación se presentan los siguientes resultados:

#### **3.1. Estado situacional del Departamento de Infraestructura**

Para determinar el estado situacional de las actividades relacionadas con la gestión de proyectos en el Departamento de Infraestructura, se realizaron dos análisis:

- Revisión documental de resultados de ejecución de 12 proyectos ejecutados en la región comprendida entre Guatemala y Colombia en el período de 2014 a 2019.
- Encuestas y entrevistas a gerentes con los que se han desarrollado proyectos de infraestructura.

Además, se realizó una revisión de los procedimientos oficializados con los que el departamento cuenta y bajo los cuales se rige para desarrollar proyectos.

### **3.1.1. Indicadores de desempeño**

El objetivo principal de la Gestión de Proyectos es “administrar, planificar, coordinar, seguimiento y control de todas las actividades y los recursos asignados para la ejecución del proyecto de una forma que se pueda cumplir con el alcance en el tiempo establecido y con los costos presupuestados” (Beriguete, 2012, párr. 2).

En la industria estudiada, se recopiló información de los últimos 12 proyectos desarrollados por el Departamento de Infraestructura. Esta información se obtuvo de los resultados de las evaluaciones de desempeño y de los archivos internos de la industria en estudio.

Se buscó información relacionada con el cumplimiento de las restricciones de tiempo, costo y alcance de cada proyecto. Los parámetros fijados en el acta de constitución de cada proyecto (condiciones planificadas) se compararon con los resultados reales de su ejecución. La información específica obtenida fue la siguiente:

De la restricción de tiempo:

- Tiempo de ejecución planificado
- Tiempo de ejecución real

De la restricción de costo o presupuesto:

- Presupuesto autorizado
- Presupuesto ejecutado

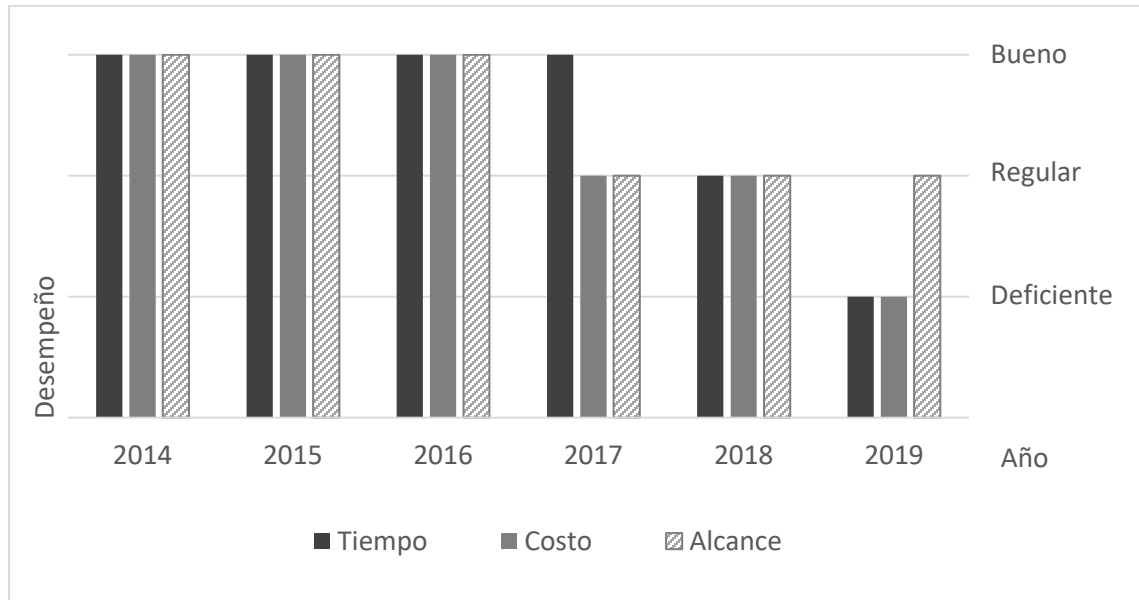
- De la restricción del alcance:
- Alcance planificado
- Alcance ejecutado

La información obtenida se tabuló y se calificó el cumplimiento de cada restricción, tomando en cuenta lo siguiente:

- Si el rendimiento fue óptimo porque se cumplió cada restricción en las condiciones planificadas, se considera un indicador de desempeño bueno.
- Si el rendimiento del proyecto estuvo fuera de línea base o de las condiciones planificadas, pero dentro de los parámetros aprobados, se considera un indicador de desempeño regular.
- Si el rendimiento del proyecto requirió nuevas aprobaciones por estar fuera de las condiciones planificadas y fuera de los parámetros aprobados, se considera un indicador de desempeño malo.

De la información tabulada, se agruparon los proyectos, según el año de su ejecución. Con estos datos se creó una nueva tabla resumen donde se identificó el indicador de desempeño más bajo de cada año. Se clasificó con el número uno al desempeño malo, con el dos, al desempeño regular y, con el tres, al desempeño bueno.

Figura 1. Indicadores de desempeño por año



Fuente: elaboración propia.

De la figura anterior, se pueden analizar los resultados de desempeño de los proyectos a través del tiempo:

Los indicadores de desempeño de los proyectos ejecutados en los años 2014, 2015 y 2016 tuvieron un resultado óptimo, cumplieron con el tiempo establecido para su ejecución o los realizaron en menor tiempo, invirtieron el presupuesto determinado en la fase de planificación o gastaron menos de lo presupuestado. Su ejecución se ciñó a los requisitos preestablecidos.

En los proyectos ejecutados en el año 2017 se evidencian debilidades en el cumplimiento del costo y del alcance.

- Los requisitos del proyecto no fueron expresamente claros en la fase de planificación y se tuvieron que generar cambios menores que aumentaron ligeramente la inversión monetaria del proyecto.
- El presupuesto ejecutado del proyecto estuvo fuera del establecido en la fase de planificación, pero dentro de parámetros aprobados (desviación menor al 5 %).
- A pesar de lo anterior, los proyectos desarrollados en 2017 se entregaron en el tiempo pactado.

En los proyectos ejecutados en el año 2018, adicional a los resultados regulares de cumplimiento de costo y cumplimiento de alcance obtenidos en 2017, se sumó un desempeño regular del cumplimiento del tiempo. Se detectó en una revisión rutinaria del cronograma de ejecución que los hitos del proyecto no estaban en línea con el cronograma aprobado, pero se ejecutó un plan de acción para acelerar la ejecución y se respetó la fecha general de finalización del proyecto.

En los proyectos ejecutados en el año 2019 se registran los primeros incumplimientos severos a las condiciones aprobadas en la fase de planificación. Se ejecutó un proyecto en un tiempo que superó al planificado y se gastó más de lo autorizado por las autoridades internas. El incumplimiento de tiempo de uno de los proyectos analizados en 2019 fue tan severo que se ejecutó en más del 200 % del tiempo pactado y se tuvieron sobregiros que originalmente representaban aproximadamente el 16 % de la inversión autorizada.

Adicional a los indicadores de desempeño de cada año, se puede apreciar una tendencia con impacto negativo con el paso del tiempo.

### **3.1.2. Percepción del Departamento de Infraestructura**

Para identificar las posibles causas y puntos de mejora de la gestión de proyectos a cargo del Departamento de Infraestructura, se realizó una encuesta basada en entrevista dirigida a los gerentes con quienes se han desarrollado proyectos. Cabe resaltar que estos gerentes son, en todos los casos, evaluados por el cliente final de los proyectos. En este caso fueron encuestados los gerentes generales de las diez empresas o unidades operativas de la industria química bajo análisis.

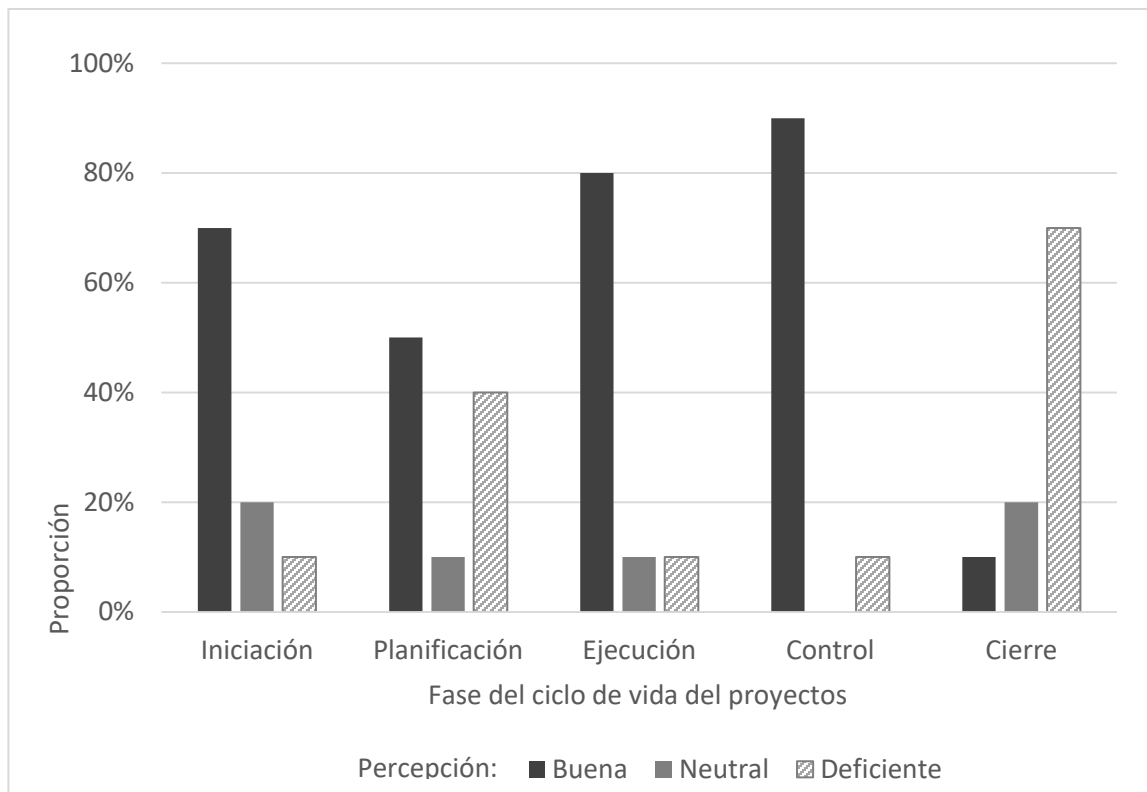
La primera parte de la encuesta consistió en marcar, en una escala de valoración, la percepción del encuestado sobre el Departamento de Infraestructura. Se valoraron cinco aspectos que forman parte de los procesos globales o fases de la gestión de proyectos:

- Fase de iniciación
- Fase de planificación y conceptualización
- Fase de ejecución
- Fase de control
- Fase de cierre

Cada uno de estos aspectos debía calificarse como excelente, muy bueno, bueno, deficiente o malo. Para ayudar a contestar de manera correcta a cada interrogante, se generaba una pequeña discusión respaldando cada respuesta y ejemplificando qué sería una buena o una mala calificación.

Los resultados de las encuestas fueron tabulados y compusieron la siguiente gráfica:

**Figura 2. Percepción de la gestión de proyectos del Departamento de Infraestructura**



Fuente: elaboración propia.

En figura anterior, se evidencia la percepción de los clientes internos sobre la gestión de proyectos a cargo del Departamento de Infraestructura y se observa lo siguiente:

En la fase de iniciación se observa que un 70 % de los encuestados tiene una percepción positiva sobre el desempeño de las actividades relacionadas. Un 10 % calificó como deficiente la gestión de esta fase por problemas de definición de recurso y alcances iniciales.

En la fase de planificación y conceptualización se observa que un 50 % de los encuestados tiene una percepción positiva sobre el desempeño de las actividades relacionada, mientras que un 40 % considera que los resultados son deficientes. Mencionaron problemas de comunicación y deficiente captura de requerimientos en los procesos de conceptualización.

En la fase de ejecución se observa que un 80 % de los encuestados tiene una percepción buena sobre el desempeño de las actividades relacionadas, mientras un 20 % considera que los resultados son neutrales o deficientes. El 10 % de las personas que tienen una percepción neutral indicaron que un punto de mejora en la fase de ejecución sería el canal de comunicación y la distribución de la información. El 10 % que calificó deficiente indicó que se debe mejorar significativamente la toma ágil de decisiones en campo.

En la fase de control el 90 % de los encuestados tiene una percepción positiva sobre el desempeño de las actividades relacionadas. El 10 % de las personas que tienen una percepción neutral indicaron que un punto de mejora sería el compartir de forma programada reportes de avance y de desenvolvimiento de la fase de ejecución.

En la fase de cierre el 70 % de los encuestados califica como deficiente el desempeño de las actividades relacionadas mientras que un 20 % califica como neutral la gestión de esta fase. Todos los encuestados convergieron en que se deben mejorar tres puntos deficientes en la fase de cierre: comunicación interna, entrega de información y documentación final y definición de responsabilidades como el manejo de información final.



### **3.2. Herramienta para el modelo de gestión de proyectos**

Se revisaron los procedimientos que utiliza el departamento en estudio para desarrollar proyectos. De esta manera es posible elegir la herramienta más adecuada que defina un modelo de gestión de proyectos que incluya los subsistemas necesarios para hacerlo útil.

De lo anterior, se detectó que no existen procedimientos establecidos, guías de gestión de proyectos formales o documentos con el aval de las autoridades internas de la industria química bajo estudio.

Sin embargo, sí existe un procedimiento que, aunque no esté escrito, se utiliza como base para la gestión de proyectos. Este procedimiento inicia con la instrucción de desarrollar un proyecto, continua con reuniones para definir a grandes rasgos el alcance del proyecto, luego con una fase de estimación del costo de inversión, siguiendo con un sólido proceso de licitación, continuando con la adjudicación, ejecución y control de proyecto y finalizando con una fase no definida de cierre.

En la siguiente figura se representa de manera gráfica el proceso vigente de gestión de proyectos:

Figura 3. **Proceso de gestión de proyectos vigentes**



Fuente: elaboración propia.

La fase de iniciación comprende la selección de proyectos por ejecutar en el año operativo. Las unidades operativas y negocios de la organización se los presentan al director de operaciones en una reunión anual de la estrategia, quien define qué proyectos proceden a desarrollarse para presentarse a la Junta Directiva de la organización, quienes darán la aprobación final de la ejecución del proyecto.

Estos proyectos son necesarios para dar mantenimiento a las instalaciones, aumentar capacidades de almacenamiento u operación, ampliar espacios útiles, como oficinas administrativas y módulos de servicio, o cualquier inversión que mejore la infraestructura de los planteles, bodegas y plantas de producción.

La fase de conceptualización inicia luego de la finalización de la fase de iniciación, con los proyectos que fueron aprobados por el director de operaciones para su desarrollo. Consiste en trabajar en una definición más concreta del alcance del proyecto, definiendo dimensiones, capacidades, materiales, especificaciones técnicas, protocolos de pintura, tiempos de ejecución y cualquier requisito específico de la operación.

Una vez finalizada la fase de conceptualización, se aborda la fase de estimación del costo de la inversión. El procedimiento vigente, al momento del estudio, consiste en plasmar todos los requisitos definidos en la fase anterior en un documento que sirve como base de cotización. Este documento se envía a uno o dos proveedores (en el mejor de los casos) y se solicita que oferten su mejor propuesta económica para ejecutar el proyecto.

El resultado de la cotización se integra a la lista de proyectos de inversión que las unidades operativas y negocios de la organización presentan a la Junta Directiva durante la reunión anual de planes operativos. Cuando son necesarios, se incluyen análisis financieros como retorno de la inversión y retorno del capital invertido.

La cuarta fase consiste en el proceso de compra, que dependiendo del monto de inversión y la importancia del proyecto (este último definido por la Junta Directiva de la organización) se procede bajo el concepto de cotización o de licitación.

Con los resultados del proceso de compra, se construyen cuadros comparativos que cotejan costos, alcances, tiempos de ejecución y cumplimiento de especificaciones técnicas. Estos cuadros se analizan y la persona

responsable del proyecto genera una propuesta que incluye un ganador aparente.

Estos resultados se presentan a la Vicepresidencia Financiera de la organización, quien dictamina si se procede con el resultado propuesto por el responsable del proyecto o si se requiere una revisión del proceso.

Una vez finalizada la fase anterior, sigue la fase de adjudicación. Consiste en formalizar un contrato de obra con el proveedor favorecido, establecer la fecha de inicio del proyecto, formalizar los canales oficiales de comunicación y generalidades del proyecto.

La fase de ejecución y control del proyecto, como su nombre lo indica, consiste en la ejecución del proyecto y los mecanismos de control del avance de este. Integra reportes semanales de avance, revisión superficial de cronogramas de ejecución, visitas al campo para supervisión y reuniones de seguimiento entre el equipo de parte del cliente y del proveedor.

La fase de cierre no está delimitada y, en los últimos proyectos ejecutados, ha consistido en la emisión del último pago de contrato, en algunos casos trámite de fianzas de garantía y en un menor número de proyectos, en la entrega de planos *as built*.

### **3.3. Propuesta de modelo de gestión de proyectos**

El modelo de gestión de proyectos propuesto se compone de tres grandes subsistemas de gestión necesarios para eliminar o, por lo menos, disminuir entre un 80 % a 90 % la cantidad de proyectos ejecutados con alcances menores a los planificados. Estos subsistemas son los siguientes:

- **Clasificación de proyectos**  
El objetivo de esta política es clasificar los proyectos de inversión en infraestructura y definir nivel de involucramiento de la Gerencia Corporativa de Infraestructura. Además, establece los lineamientos para la planificación, autorización, ejecución y documentación del proyecto. A manera de resumen, los proyectos se pueden clasificar en tres niveles, variando el involucramiento de la Gerencia Corporativa de Infraestructura y los responsables del proyecto.
- **Procedimiento para el diseño, proceso de compra y ejecución de proyectos de inversión en infraestructura**  
Documento que establece el procedimiento para el diseño, proceso de compra y ejecución de proyectos de inversión en infraestructura. Los procedimientos varían según la clasificación de los proyectos (y del monto de inversión). Los requerimientos para los proyectos mayores son más robustos.
- **Indicadores de desempeño de proyectos**  
Matriz de evaluación de la ejecución de las restricciones del proyecto: tiempo, costo y alcance.

Dichos subsistemas se detallan a continuación.

### **3.3.1. Clasificación de proyectos**

Esta fase define una clasificación de proyectos de inversión en infraestructura y el nivel de involucramiento de la Gerencia Corporativa de Infraestructura, así como los lineamientos para la planificación, autorización, ejecución y documentación del proyecto.

Esta clasificación y lineamientos generales aplican a todos los proyectos de inversión en infraestructura que hayan sido aprobados en el plan operativo de cada unidad operativa en el año vigente.

Las condiciones bajo las cuales se clasifica un proyecto son:

- Monto de inversión del proyecto
- Si el proyecto tiene una complejidad que supera los conocimientos técnicos de la unidad operativa y debe tenerse asesoría directa del Departamento de Infraestructura. Esta decisión será tomada durante la revisión.
- Instrucción directa de Presidencia Ejecutiva, Vicepresidencias o del director de operaciones

Los proyectos se pueden clasificar en tres niveles, aunque varía el involucramiento de la Gerencia Corporativa de Infraestructura y los responsables del proyecto, los cuales, a manera de resumen, son los siguientes:

Tabla III. **Clasificación de proyectos de infraestructura**

Nivel	Dimensión de obra	Involucramiento Infraestructura	Responsable del proyecto
1	< \$25,000	Informado por medio de correo	Unidad Operativa
2	\$25,000 -\$100,000	Apoyo en la revisión de alcances, V.º B.º vía electrónica, luego de revisión del cuadro comparativo	Unidad Operativa
3	> \$100,000	Dueño del proyecto	Infraestructura

Fuente: elaboración propia.

Los proyectos de inversión deben estar autorizados por la Gerencia General, director de negocios agroindustriales (cuando proceda) y el presidente ejecutivo (cuando proceda).

A continuación, se detalla cada tipo de clasificación de proyecto:

#### **3.3.1.1. Proyectos nivel 1**

Son proyectos cuyo monto de inversión no supera los USD 25,000.

Estos son proyectos que liderará y ejecutará la Unidad Operativa, en ellos, el Departamento Corporativo de Infraestructura únicamente estará en calidad de informado.

Informado se define de la siguiente manera: se debe dar a conocer el cuadro de cotización que se presentará a los proveedores invitados a participar. Esta lista debe enviarse 10 días antes de remitir la invitación, para que el Departamento de Infraestructura confirme. El cuadro de cotización debe incluir los renglones presupuestarios, sin cantidades. Al tener la información de los proveedores, se debe enviar a Infraestructura el cuadro comparativo de cotización con la decisión que sugiere la Unidad Operativa. Infraestructura debe responder en un lapso de 5 días para adjuntar la comprobación de que el departamento fue informado adecuadamente.

. Esto no limita la intervención del Departamento de Infraestructura el cual podrá rechazar, reiniciar o vetar la adjudicación del proyecto con razón justificada desde el punto de vista técnico o administrativo.

Los proveedores deben tener experiencia en el área donde ofertan, deben ser aprobados por Infraestructura antes de ser invitados. Deben contar con su papelería legal en orden y dos cartas de recomendación de proyectos similares dentro del historial de cada uno.

Entre estos proyectos se pueden mencionar, sin limitarse, los siguientes ejemplos:

- Mantenimiento general a instalaciones.
- Modificaciones y remodelaciones menores como cambio de chorros, cambio de modulación de tablayeso en oficinas, entre otros.
- Instalaciones eléctricas menores o tierras físicas.
- Construcción o modificación de sanitarios.
- Construcción y reparación de portones.
- Reparaciones de pisos interiores o exteriores (concreto, adoquín, empedrado o asfalto).
- Reparaciones de muros (bines, perimetrales o contención).
- Reparación de techos, canales, forros y bajadas de agua.
- Pintura general de las instalaciones.
- Cualquier otra construcción con un monto de inversión menor a US \$25,000.

#### **3.3.1.1.1. Fraccionamiento**

No se permite dividir intencionalmente un solo proyecto en varios subproyectos para clasificarlo como nivel 1.

Los proyectos que pertenecen a un mismo trabajo deben integrarse en uno solo rubro, así mismo si el gasto se realizara en más de una ocasión en el año, debe integrarse y sumarse el monto de inversión de cada uno. Si la inversión total



supera los USD 25,000.00, el proyecto y todas las actividades que lo integran, no se considerarán de nivel 1 sino que se catalogarán como nivel 2.

#### **3.3.1.1.2. Procedimiento de ejecución**

Los proyectos de inversión en Infraestructura con clasificación Nivel 1 deben ejecutarse siguiendo el procedimiento de ejecución de proyectos de inversión en infraestructura detallado en la sección 3.2

#### **3.3.1.1.3. Proceso de compra**

El proceso de compra para los proyectos con clasificación Nivel 1 será por medio de cotización en un cuadro de cotización armado por la unidad operativa.

El procedimiento debe seguirse como se indica en la sección del proceso de compra a través de cotización del procedimiento de ejecución de proyectos de inversión en infraestructura de la sección 3.2

#### **3.3.1.1.4. Puntos de control y entregables**

Los proyectos clasificados como nivel 1 tendrán los siguientes puntos de control y entregables, los cuales deben ser enviados por la Unidad Operativa a la Gerencia Corporativa de Infraestructura durante y al finalizar cada fase:

Tabla IV. **Puntos de control y entregables de proyectos clasificación 1**

No.	Fase	Entregable
1	Anteproyecto	1.1 Lista completa de los planes de inversión, con el detalle de los alcances esperados del trabajo, justificación y objetivos del trabajo a realizar
2	Diseño o planificación	2.1 Planos detallados o esquema finales de los trabajos a realizar 2.2 Descripción y especificaciones técnica finales de los trabajos a realizar con los parámetros de calidad y garantía 2.3 Proveedores validados para participar en la cotización
3	Proceso de compra: cotización	3.1 Bases de cotización 3.2 Cotizaciones completas (mínimo 3 con referencia histórica) 3.3 Cuadro comparativo de las ofertas recibidas bajo un mismo formato y mismas condiciones, aplicando la rúbrica de calificación que indica el documento de bases de cotización
4	Autorización	4.1 Copia del visto bueno del Jefe de Compras o del Superintendente de planta por medio de correo electrónico 4.2 Copia del visto bueno del Gerente General de la Unidad Operativa por medio de correo electrónico 4.3 Copia del visto bueno del Departamento de Infraestructura de por medio de correo electrónico
5	Contrato de obra	5.1 Copia del contrato de obra (si aplica) incluyendo todos sus anexos
6	Ejecución	6.1. Reportes de avance semanales o quincenales con fotografías y avance en cronograma de ejecución.
7	Entrega, recepción de obra y documentación	7.1. Planos finales <i>as-built</i> (en casos donde aplique) 7.2. Cartas de garantía o fianzas (en casos donde aplique) 7.3. Acta de recepción de obra 7.4 Manual de mantenimiento (en donde aplique) 7.5 Manual de operaciones 7.6 Capacitación de personal de mantenimiento (en donde aplique) 7.7. Reporte final de obra, con fotografías de antes y después (donde aplique) y resultados de la ejecución presupuestaria (presupuesto inicial versus presupuesto final) y del cumplimiento del cronograma de ejecución (tiempo) 7.8 Finiquito contra entrega del último pago

Fuente: elaboración propia.

### **3.3.1.2. Proyectos nivel 2**

Son proyectos cuyo monto de inversión supera los USD 25,000.00.

Estos son proyectos que liderará y ejecutará la Unidad Operativa, y en donde el Departamento Corporativo de Infraestructura únicamente estará en calidad de apoyo técnico. Esto no limita la intervención del Depto. de Infraestructura que podrá rechazar, reiniciar o vetar el diseño y el proceso de licitación y adjudicación del proyecto, presentando razón justificada desde el punto de vista técnico o administrativo.

Entre estos proyectos se pueden mencionar, sin limitarse, los siguientes ejemplos:

- Cambio de techos y forros de lámina en bodegas, torres de mezcla, oficinas y aleros de carga.
- Ampliación o remodelaciones de ambientes (oficinas, laboratorios, entre otros).
- Intervenciones a estructura metálica en bodegas (reparaciones o reemplazos).
- Mantenimientos preventivos y correctivos mayores a elementos estructurales.
- Construcciones nuevas (bodegas, oficinas, talleres, torres de mezcla).
- Construcción de muros perimetrales y cerramientos.
- Plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Reconstrucción de fosas de descarga (obra civil y estructura metálica).
- Reconstrucción de pisos interiores y exteriores.
- Cambio de drenajes.
- Construcción de básculas.
- Construcción de depósitos de agua potable.

- Fabricación e instalación de cuartos fríos.
- Desarrollo de planos de futuros crecimientos operativos.
- Cualquier otra construcción con un monto de inversión mayor a los US \$25,000.

#### **3.3.1.2.1. Apoyo del Departamento de Infraestructura para proyectos nivel 2**

Aprobado el Plan Operativo Anual de cada Unidad Operativa, la UO deberá enviar al Departamento Corporativo de Infraestructura la lista completa de los planes de inversión relacionados con Infraestructura. En el caso que surgiera un nuevo proyecto que no se haya presentado en el plan operativo, se enviará al Departamento Corporativo de Infraestructura, la descripción del proyecto, con la autorización del Gerente General, Presidencia Ejecutiva y el director de Negocios Agroindustriales (cuando proceda).

El Departamento Corporativo de Infraestructura, al recibir esta información, definirá el nivel de involucramiento y de apoyo para cada plan de inversión.

- El tipo de apoyo que se brindará puede ser:
- Estudios preliminares (suelos, topografía, hidráulicos y estructurales).
- Revisión de diseños y cantidades de obra a ejecutar.
- Aprobación o elaboración de bases de licitación y especificaciones técnicas, así como el cuadro de licitación donde se detallarán todos los rubros que deberán cotizar los proveedores. La aprobación será por medio de correo electrónico y a cargo de un representante del Departamento de Infraestructura.

- Acompañamiento durante el proceso de licitación, enviando copia de las dudas que surjan de los proveedores, de las modificaciones que se realicen a la licitación.
- Resolución de dudas técnicas que se presenten durante la ejecución de la obra.
- Revisión de cuadros comparativos versus las ofertas recibidas. El cuadro comparativo debe realizarlo la unidad operativa que conoce los alcances de la licitación a profundidad.
- Colaboración con la negociación con proveedores.
- Acompañamiento durante la ejecución del proyecto, incluyendo visitas periódicas que validen el pago de estimaciones y la revisión de informes realizadas por el proveedor.
- Recepción de proyecto junto con la Unidad operativa.
- Revisión de documentación completa previo a recepción de proyecto (planos *as built*)

#### **3.3.1.2.2. Procedimiento de ejecución**

Los proyectos de inversión en infraestructura con clasificación nivel 2 deben ejecutarse siguiendo el procedimiento de ejecución de proyectos de inversión en infraestructura de la sección 3.2.

#### **3.3.1.2.3. Procedimiento de compra**

El proceso de compra para los proyectos con clasificación nivel 2 será por medio de licitación.

Debe seguirse el proceso de compra a través de licitación del procedimiento de ejecución de proyectos de inversión en infraestructura de la sección 3.2

### **3.3.1.3. Proyectos nivel 3**

Son proyectos asignados directamente al Departamento Corporativo. Estos proyectos están bajo la total responsabilidad del Departamento Corporativo de Infraestructura, quien los liderará y ejecutará con el apoyo de la Unidad Operativa en temas legales, administrativos, gestión de licencias y permisos de construcción y ambiente, los cuales pueden ser subcontratados.

Entre estos proyectos se pueden mencionar como ejemplo, sin limitarse, los siguientes ejemplos:

- Construcción de planta Yotoco, Colombia.
- Construcción de talleres de maquinaria en Managua, Nicaragua.
- Construcción y remodelación de sala de ventas, Guatemala.
- Construcción de sala de ventas de maquinaria, Guatemala.
- Construcción de sala de ventas, El Salvador.
- Ampliación de bodega de almacenamiento y producción, Planta Puerto Cortés, Honduras.
- Ampliación de bodega de almacenamiento y producción, Planta Corinto, Nicaragua.
- Ampliación de bodegas de talleres en Complejo Anillo Periférico, Guatemala.
- Remodelación de oficinas en Complejo Anillo Periférico, Guatemala.

#### **3.3.1.3.1. Procedimiento de ejecución**

El proceso de compra para los proyectos con clasificación Nivel 3 será por medio de licitación.

El procedimiento se debe seguir como se indica en la sección del proceso de compra a través de licitación del procedimiento de ejecución de proyectos de inversión en infraestructura de la sección 3.2

#### **3.3.1.3.2. Procedimiento de compra**

El proceso de compra para los proyectos con clasificación nivel 3 será por medio de licitación.

El procedimiento se debe seguir como se indica en la sección del proceso de compra a través de licitación del procedimiento de ejecución de proyectos de inversión en infraestructura de la sección 3.2.

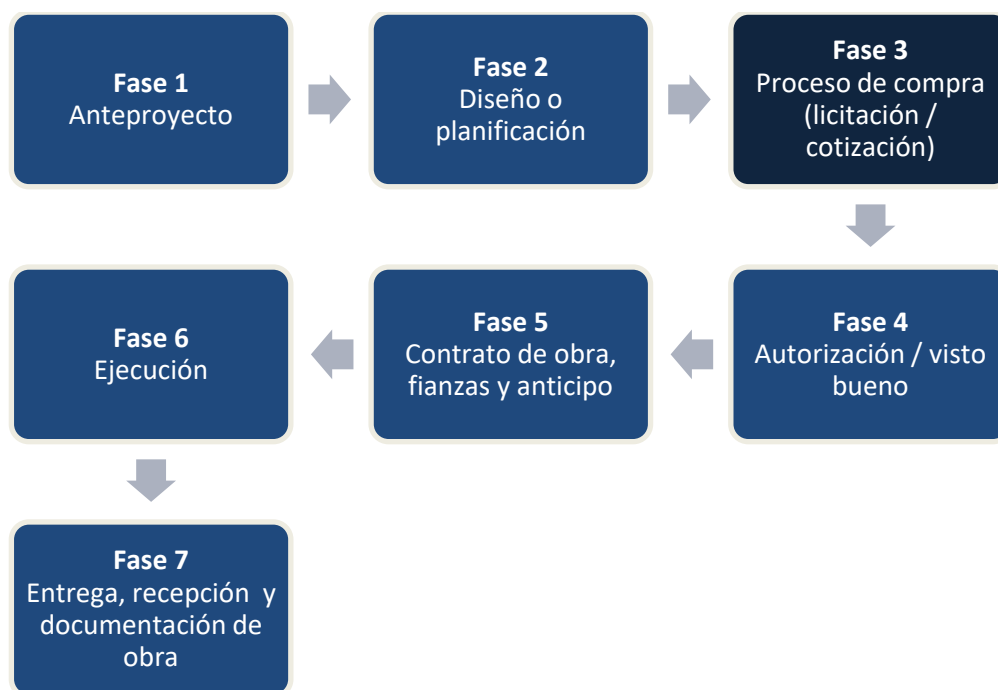
### **3.3.2. Procedimiento para el diseño, proceso de compra y ejecución de proyectos de inversión en infraestructura**

Establecer el procedimiento para el diseño, proceso de compra y ejecución de proyectos de inversión en infraestructura. Este procedimiento aplica a todos los proyectos de inversión en infraestructura que hayan sido aprobados por el Gerente General de la Unidad Operativa y presidente ejecutivo (cuando proceda) director de Negocios Agroindustriales (cuando proceda) o vicepresidente financiero (cuando proceda).

### 3.3.2.1. Estructura de proyectos de infraestructura

El procedimiento de planificación, ejecución y entrega de los proyectos de inversión en infraestructura se regirán por el esquema, el cual será explicado en los siguientes puntos:

Figura 4. Estructura propuesta para proyectos de infraestructura



Fuente: elaboración propia.

### 3.3.2.2. Fase 1: anteproyecto

El anteproyecto es una presentación del proyecto donde se describen sus alcances, limitaciones, objetivos y ante presupuesto. Son los documentos de respaldo con los cuales fue autorizada la inversión del proyecto. Entre ellos se pueden mencionar:



- Nombre o rubro del proyecto.
- Monto de inversión autorizado.
- Objetivo de la inversión.
- Fecha de inicio y fecha final planificada de la inversión.
- Descripción específica del proyecto, incluyendo su objetivo, importancia y alcance.
- Esquemas generales o planos de construcción que se hayan utilizado para definir el alcance del proyecto de inversión.
- Ofertas económicas de proveedores que se hayan utilizado para estimar la inversión o precios históricos contratados que garanticen la correcta presupuestación de la tarea.
- Fotografías del área a intervenir, si aplica.
- Presupuesto preliminar.
- Determinar si utilizara un proveedor o varios proveedores para realizar un mismo proyecto, dado que se debe buscar la menor cantidad de subcontratos en los proveedores.

### **3.3.2.3. Fase 2: diseño o planificación**

El diseño o planificación del proyecto consiste en la delimitación del alcance del proyecto y la determinación de especificaciones técnicas con las que se ejecutará el proyecto.

Según la complejidad del proyecto se debe considerar la necesidad de involucrar profesionales expertos en las diferentes áreas de la ingeniería (ingenieros estructurales, hidráulicos, eléctricos, suelos, topografía, estudios ambientales, entre otros).

En esta etapa se incluirán los trámites de permisos de construcción, licencias municipales, licencias ambientales, entre otros.

En esta etapa se deben definir las bases de cotización o de licitación (según la complejidad del proyecto). No debería, como sugerencia, considerarse para cotizar al mismo ingeniero que realizó el diseño, tendrá una ventaja sobre los otros oferentes.

#### **3.3.2.4. Fase 3: proceso de compra: cotización o licitación**

El proceso de compra deberá ejecutarse según la clasificación del proyecto:

- Para los proyectos nivel 1 el proceso de compra debe hacerse por medio de cotización
- Para los proyectos nivel 2 y nivel 3 el proceso de compra será por medio de licitación

#### **3.3.2.5. Proceso de cotización**

La cotización es un proceso para mejorar los resultados de la compra. Se establece por medio de documentos para que todos los proveedores coticen de acuerdo con el alcance del proyecto y la calidad esperada. También contribuye a la transparencia de la selección porque establece un proceso de consulta y resolución de dudas a todos los proveedores y fija una fecha y horario específicos para la recepción de ofertas económicas.

El proceso general de la cotización es el siguiente:

Figura 5. **Esquema de las fases del proceso de cotización de proyectos**



Fuente: elaboración propia.

Los procesos de cotización deberán cumplir con los requerimientos de las políticas corporativas y políticas internas de las unidades operativas.

#### **3.3.2.5.1. Elaboración de bases de cotización**

En esta etapa se debe determinar el alcance, tiempo y calidad de la obra. Esto se debe hacer según los resultados de la fase 2 - diseño o planificación.

Además, según el costo de inversión estimado se deben definir los flujos de efectivo para determinar la cantidad del anticipo que se desea dar, los pagos contra avances y el pago contra entrega.

Debe elaborarse un cuadro en Excel donde se encuentren los renglones a cotizar para que las ofertas puedan ser comparables en el momento de recibirlas,

garantizando que todos estén cotizando los mismos alcances y calidad. No deberán compartirse cantidades, éstas serán responsabilidad de cada contratista en su cuantificación, y se deberá, en la medida de lo posible, trabajar bajo el esquema trato cerrado para evitar los adicionales y ordenes de cambio.

#### **3.3.2.5.2. Precalificación de empresas participantes en el proceso de cotización**

Se invita a empresas a participar en el proceso de cotización y se solicita una manifestación de interés en participar. Dentro de la respuesta deben incluir lo siguiente:

- Presentación de la empresa: debe tener dos cartas de recomendación de clientes a los que les ha realizado un trabajo similar, historial de atención al cliente dentro de la Industria Química, si cuenta con ello. Agregar la hoja de vida de la persona que se haría cargo directo del proyecto y será el supervisor en el lugar.
- Portafolio de proyectos: una hoja de vida enfocada en los trabajos que quiere cotizar, donde denote la experiencia en el área, capacidad y conocimientos.
- Lista de clientes satisfechos con referencias para poder comunicarse.

Dentro de esta fase, el equipo de proyecto (UO y Departamento de Infraestructura) puede descartar empresas que no cumplan con los requerimientos solicitados o que no demuestren capacidad o experiencia para ejecutar el proyecto.

Considerar que se deben invitar a empresas precalificadas para garantizar la obtención de tres ofertas económicas como mínimo.

#### **3.3.2.5.3. Visita a proyecto y entrega de documentos de proyecto**

Se programará una visita al sitio del proyecto con los proveedores precalificados, donde se presentará el proyecto, las áreas y condiciones de trabajo y se entregan y explican los siguientes documentos:

- Cronograma del proceso de cotización.
- Planos de construcción o esquemas de lo que se necesita.
- Especificaciones técnicas, materiales a utilizar u otras especificaciones.
- Estudios técnicos utilizados para el diseño.
- Memorias de cálculo: únicamente las referenciales para caculos de capacidad relacionada a estudios certificados anteriores (si aplica).
- Explicación del cuadro de cotización para disipar cualquier duda del trabajo por realizar.

Esta visita será de carácter obligatorio y, el proveedor que no asista no podrá participar en la cotización del proyecto. Esta es la oportunidad para resolver dudas de aspectos confusos en las bases de cotización y garantiza que todos los proveedores tengan la misma información del proyecto.

#### **3.3.2.5.4. Presentación y resolución de dudas a todos los participantes**

Se dará un período para que las empresas participantes en la cotización revisen la documentación entregada y presenten dudas técnicas o administrativas pertinentes a la ejecución del proyecto.

Las dudas presentadas por todos los participantes se consolidarán en un documento y se responderán en conjunto con el equipo de trabajo. Dicho documento se entregará a todos los participantes por medio de correo electrónico, del cual se espera la confirmación de recibido para que todos cuenten con la misma información. El Departamento de Infraestructura o la persona a cargo de la cotización, verificará que todos reciban las consultas por medio de confirmación electrónica.

En la resolución de dudas se pueden identificar inconsistencias en la documentación entregada. Debe aclararse por medio de un nuevo documento y, de ser necesario, actualizar planos de construcción y cuadro de renglones y cantidades de obra.

#### **3.3.2.5.5. Recepción de ofertas económicas**

Durante el proceso de adjudicación del proyecto, las ofertas técnicas y legales se reciben únicamente durante el día y el horario calendarizado, el cual debió estar desde el comienzo del proceso plasmado en el cronograma de licitación.

Estas ofertas se deben entregar en sobres cerrados, en original y dos copias, con los documentos técnicos completos que soportan la oferta para que puedan ser tabulados, por lo que deberá entregarse físico y digital en formato Excel y PDF.

Luego de que pasó la fecha y hora de recepción de las propuestas, se abren los sobres originales, se revisa la documentación y se integra cada una de las

propuestas dentro de un cuadro comparativo que detalla el plazo de ejecución indicado en el cronograma de trabajo presentado.

#### **3.3.2.5.6. Revisión de ofertas y elaboración de cuadro comparativo**

Se revisa que la información presentada por los oferentes, solicitada en las bases de la cotización, esté completa.

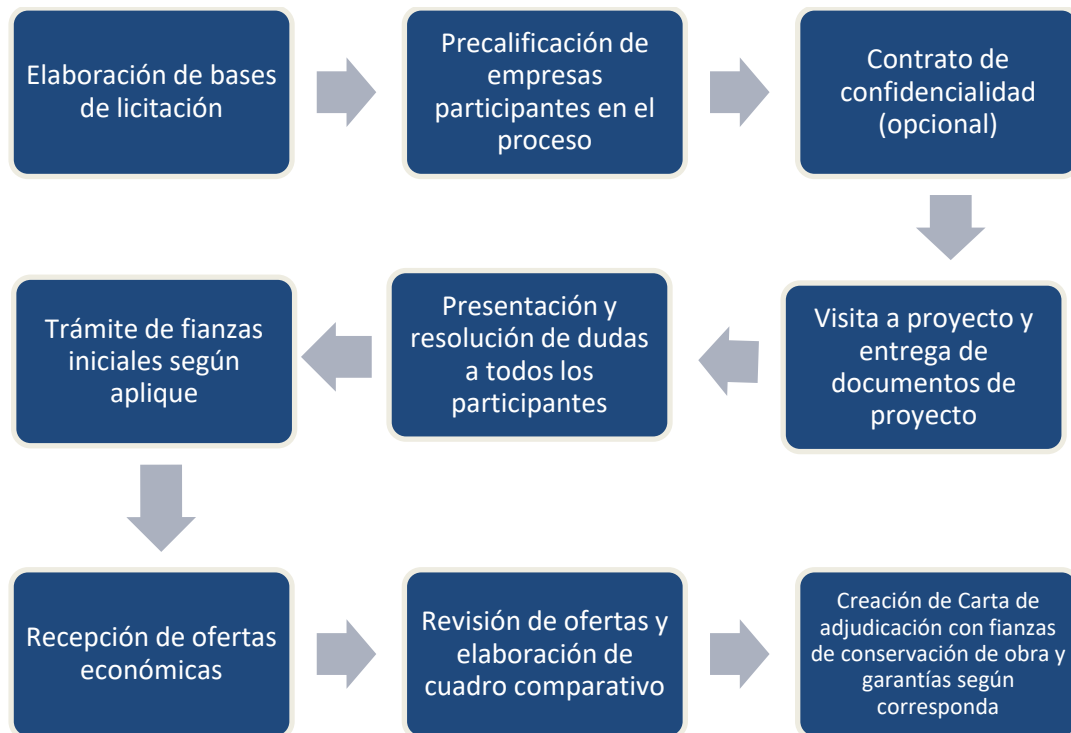
Se debe verificar que los alcances de la obra estén completos, así como todos los rubros acordados en el cuadro de cantidades en la cotización y que no haya discrepancias que ameriten consultar al contratista. Si existieran discrepancias se puede solicitar al proveedor una aclaración por medio de correo electrónico, pero no pueden modificarse los precios unitarios a menos que exista controversia y no cumpla con los requisitos de la cotización. En este caso se avisará al departamento Infraestructura para que revise el dato.

#### **3.3.2.6. Proceso de licitación**

La licitación es un proceso de compra para obtener los mejores resultados cuando se le solicita a varias empresas precalificadas que provean servicios para la ejecución de un proyecto específico. Esto se logra por medio del establecimiento de un conjunto de documentos que se utilizan como bases cuyo objetivo es que todos los proveedores tengan la misma información y generen cotizaciones de acuerdo con el alcance del proyecto y la calidad esperada.

El proceso general de la licitación es el siguiente:

Figura 6. **Subfases del proceso de licitación de proyectos**



Fuente: elaboración propia.

### 3.3.2.7. **Elaboración de bases de licitación**

Las bases de licitación son las condiciones y reglas con las que se desarrollará la licitación de los proyectos. A manera de resumen incluye lo siguiente:

- Fecha, horario e instrucciones de visita al sitio de obra.
- Documentos de licitación.
- Período de aclaración de dudas a los participantes.
- Forma de presentación de las ofertas económicas.
- Fecha, horario e instrucciones entrega de ofertas económicas.



- Criterios de evaluación de las ofertas económicas.
- Modelo de contrato de obra.
- Fianzas que debe incluir la oferta económica.
- Tiempo de Inicio de proyecto y plazo de ejecución.
- Consideración de atrasos y prórrogas, que serán penalizados hasta el 3 % por millar por cada día de atraso en los hitos del cronograma.
- Reglamento de convivencia durante la ejecución y seguridad industrial.
- Entre otros.

Este documento debe prepararse utilizando la Plantilla de bases de licitación de proyectos de inversión en infraestructura (INF-COR-F-001) y entregarse a los proveedores el día de la visita a proyecto.

#### **3.3.2.7.1. Precalificación de empresas**

Léase el mismo procedimiento que en proceso de cotización.

#### **3.3.2.7.2. Contrato de confidencialidad**

En el caso de los proyectos de inversión de infraestructura donde se provea información particular del giro de negocio de la corporación, se debe gestionar un contrato de confidencialidad con las empresas participantes, para proteger la propiedad intelectual de los diseños y métodos de construcción propios de la corporación.

Para ello, se deberá solicitar toda la papelería legal y fiscal necesaria para la elaboración del contrato.

#### **3.3.2.7.3. Visita a proyecto y entrega de documentos de proyecto**

Léase proceso de visita al proyecto de cotización y aplíquese de la misma forma.

#### **3.3.2.7.4. Presentación y resolución de dudas**

Léase el proceso para cotizaciones y aplíquese el mismo.

#### **3.3.2.7.5. Fianzas**

Los proyectos clasificación nivel 2 y nivel 3 (clasificación de acuerdo con política *Clasificación y lineamientos generales de proyectos de inversión en infraestructura* INF-COR-PO-001) cuya inversión estimada supere los US \$25,000.00 deben incluir las siguientes fianzas para garantizar el cumplimiento de varios aspectos de la ejecución y calidad de la obra en el tiempo estimado:

Tabla V. **Fianzas para proyectos con clasificación 2 y 3**

Fianza de	Monto	Vigencia
Sostenimiento de oferta (*)	(2%-5%) sobre el monto del contrato.	60 días calendario
Garantía del anticipo	(0%-30%) sobre el monto del anticipo.	Igual al plazo de contrato.
Garantía de cumplimiento del contrato	(15%-20%) sobre el monto del contrato	Tiempo contractual más 3 meses adicionales, contados a partir de la firma del contrato de obra.
Garantía de calidad de obra	(5%-20%) sobre el monto del contrato.	24 meses posteriores a la recepción definitiva.

Fuente: elaboración propia.

(\*) La fianza de sostenimiento de oferta debe solicitarse para garantizar el sostenimiento de los datos incluidos en la oferta. Esta fianza se presenta junto con la propuesta económica en el proceso de licitación.

El porcentaje de la fianza dependerá de los siguientes factores:

- Monto del contrato: entre más bajo el monto del contrato, más alto el porcentaje de la fianza.
- Si la decisión no se tomará en el corto plazo y las empresas no son de confianza es necesario solicitar esta fianza.
- Importancia de obra: mientras más importante sea la obra, más alto será el porcentaje de la fianza. Un ejemplo de proyectos de suma importancia son los techos de bodegas de materia prima y la construcción de bodegas de almacenamiento hasta un 5 %.

#### **3.3.2.7.6. Recepción de ofertas económicas**

Léase el proceso para cotizaciones y aplíquese el mismo.

#### **3.3.2.7.7. Revisión de ofertas y elaboración de cuadro comparativo**

Se revisa que la información presentada por los oferentes esté completa en cuanto al solicitado en las bases de la licitación.

Se debe verificar que los alcances de la obra estén completos y todos los rubros acordados en el cuadro de cantidades en la licitación estén completos y que no existan discrepancias que ameriten consultar al contratista.

Se verificará que las cantidades presupuestadas coincidan en un rango del 90 % versus lo que cotizan los proveedores para asegurar la cantidad correcta. Se revisarán las hojas técnicas de las propuestas para verificar que sean calidades similares y bajo los estándares solicitados.

Se evaluarán las ofertas según la rúbrica autorizada en las bases de licitación y se realizarán observaciones en el cuadro comparativo sobre ventajas y desventajas de cada una de las ofertas que justifiquen la decisión final de elección del proveedor.

### **3.3.2.8. Fase 4: visto bueno y autorización**

Esta fase consiste en la presentación de los resultados del proceso de compra (cotización o licitación) a la autoridad que corresponde según la clasificación de proyecto, las cuales se presentan en el cuadro a continuación:

Tabla VI. **Responsables de visto bueno y autorización según clasificación de proyecto**

Clasificación de proyecto	Lidera y ejecuta	Visto bueno	Autoriza
Nivel 1	UO	Jefatura UO*	Gerencia General UO
Nivel 2	UO	GC-INF	Gerencia General UO
Nivel 3	GC-INF	Director Operaciones	Presidencia Corporativa

Fuente: elaboración propia.

#### **3.3.2.8.1. Nivel 1: cadena de autorización**

En los proyectos con clasificación nivel 1, el visto bueno lo debe dar el Superintendente de planta o la Jefatura de Compras de la Unidad Operativa (según en dónde se esté desarrollando el proyecto).

Una vez se tenga el visto bueno del superintendente de planta o de la Jefatura de Compras, se llevan a cabo dos acciones:

- Se envían los resultados de compra a la Gerencia Corporativa de Infraestructura.

- Esta gerencia revisará los resultados y si hay alguna disconformidad, solicitará que se revise toda la información. En este caso existe la posibilidad de que se rechace, reinicie o se vete la adjudicación del proyecto con razón justificada. Para ello, tendrá 2 semanas calendario para objetar la decisión.
- En caso no exista disconformidad la gerencia guardará silencio administrativo positivo, entendiéndose favorable la solicitud si no se recibe respuestas después de 5 días hábiles de haber notificado.
- Se envían los resultados de compra a la Gerencia Corporativa de Infraestructura, quien girará la autorización de la ejecución del proyecto bajo las condiciones de tiempo, costo y alcance expresadas en los resultados de compra y se emitirá la orden de compra correspondiente que garantice las condiciones de oferta.

Figura 7. **Cadena de autorización de proyectos clasificación 1**



Fuente: elaboración propia.

### **3.3.2.8.2. Nivel 2: cadena de autorización**

En los proyectos con clasificación nivel 2, la Unidad Operativa debe presentar los resultados de compra a la Gerencia Corporativa de Infraestructura, quien dará un visto bueno de los resultados.

Con el visto bueno de la Gerencia Corporativa de Infraestructura, se presentan los resultados de compra a la Gerencia General de la Unidad Operativa quien girará la autorización de la ejecución del proyecto bajo las condiciones de tiempo, costo y alcance expresadas en los resultados de compra. Para este caso se redactará una carta de adjudicación donde se oficialice la contratación con los anexos necesarios para llevar a cabo el proceso según norma.

**Figura 8. Cadena de autorización de proyectos clasificación 2**



Fuente: elaboración propia.

### **3.3.2.8.3. Nivel 3: cadena de autorización**

En los proyectos con clasificación nivel 3, la Gerencia Corporativa de Infraestructura debe presentar los resultados de compra al Director de Operaciones, quien dará un visto bueno de los resultados.

Con el visto bueno del Director de Operaciones, se presentan los resultados de compra a Presidencia Corporativa quien girará la autorización de la ejecución del proyecto bajo las condiciones de tiempo, costo y alcance expresadas en los resultados de compra.

Figura 9. **Cadena de autorización de proyectos clasificación 3**



Fuente: elaboración propia.

### **3.3.2.9. Fase 5: contrato de obra, fianzas y anticipo**

Para los proyectos con clasificación nivel 2 y nivel 3 (clasificación de acuerdo con política *Clasificación y lineamientos generales de proyectos de inversión en infraestructura* INF-COR-PO-001) se deberá trabajar un contrato de obra y las fianzas para garantizar el cumplimiento de varios puntos de la ejecución del proyecto.



#### **3.3.2.9.1. Contrato de obra**

Si las unidades operativas están fuera de Guatemala, se utilizará el borrador del contrato proporcionado por el Departamento Jurídico, el cual deberá ser presentado a la contraparte (proveedor) y ser oficializado por un bufete de abogados local.

Al contrato se deben anexar los planos de construcción, el cronograma de obra y las fianzas que serán parte sustancial del contrato de obra, manuales de obra, garantías, manuales de mantenimiento, capacitación al personal antes de entregar el retenido y otros necesarios para la correcta aceptación de los trabajos

#### **3.3.2.9.2. Anticipo de obra**

Una vez se tenga firmado el contrato de obra y recibidas todas las fianzas aplicables en ese momento solicitadas al proveedor, se procede a la entrega de anticipo de obra.

En el momento en el que el anticipo de obra es entregado inicia el cronograma de ejecución del proyecto, según condiciones del contrato.

#### **3.3.2.10. Fase 6: ejecución**

Durante el proceso de construcción, se le da seguimiento a los avances de obra por medio de visitas periódicas, las cuales sirven para medir, directamente, el avance y, en caso de notar atrasos en la obra, tomar medidas correctivas a tiempo para lograr que los trabajos se efectúen con calidad, al costo establecido y bajo el tiempo estimado.

A los contratistas se les solicita reportes, periódicamente, de avances de obra, donde se deben detallar temas relacionados con:

- Contratos.
- Pagos requeridos.
- Dudas que surgen en el proceso de construcción.
- Resultados de pruebas de laboratorio para control de calidad de los materiales.
- Diseños pendientes.
- Obras complementarias.
- Modificaciones.
- Cronograma actualizado de avances de obra para pago de estimación.
- Informes de avances con informe fotográfico.
- Ejecución presupuestaria.
- Cualquier orden de cambio que necesite autorización, ya que sin autorización no será pagada.

Además de los reportes de avances de obra, se lleva un registro fotográfico del proyecto, donde se indica la fecha de captura de las fotografías.

Todos estos documentos y sus modificaciones se deberán registrar en la bitácora de la obra, la cual permanecerá en el lugar del proyecto, a cargo del contratista y a disposición del personal que llegue a supervisar el proyecto.

Todo cambio o requerimiento adicional al proyecto debe ser revisado y autorizado al seguir la cadena de autorizaciones indicado en la fase 6.

### **3.3.2.11. Fase 7: entrega, recepción y documentación de proyecto**

La fase final de los proyectos de infraestructura consiste en la entrega y recepción de la obra. También incluye la documentación de esta y una evaluación de los resultados de ejecución de la misma.

#### **3.3.2.11.1. Entrega y recepción de proyecto**

Esta etapa consiste en la entrega final del proyecto. Según la clasificación del proyecto, debe procederse de la siguiente manera:

Si se trata de los proyectos nivel 1 y nivel 2, la parte que entrega es el contratista (proveedor) y la parte que recibe es el contratante (unidad operativa).

Si los proyectos corresponden al nivel 3 (clasificación de acuerdo con la política *Clasificación y lineamientos generales de proyectos de inversión en infraestructura* INF-COR-PO-001) existen dos transacciones:

- La primera es cuando la parte que entrega es el contratista (proveedor) y la parte que recibe es el contratante (Gerencia Corporativa de Infraestructura).
- La segunda es cuando la parte que entrega es la Gerencia Corporativa de Infraestructura y la parte que recibe es el cliente interno que es la Unidad Operativa.

En todos los casos, la parte que recibe (UO o GC-INF) debe generar y firmar un acta de recepción de obra. Para todos los proyectos se dejará un 10 %

retenido con base en las estimaciones entregadas. Este retenido será entregado una vez cumpla con todos los requisitos del contrato, exceptuando el finiquito que será entregado con el cheque final.

#### **3.3.2.11.2. Documentación de proyecto**

Una vez recibida la obra, y antes de la emisión del último pago de avance, se solicita al proveedor los siguientes documentos:

- Planos finales *as-built* (en casos donde aplique).
- Garantía (en casos donde aplique).
- Reporte final de obra, con fotografías de antes y después (donde aplique) o únicamente con fotografías finales.
- Resultados de cumplimiento del cronograma de ejecución.
- Resultados de la ejecución presupuestaria (presupuesto inicial versus presupuesto final).

Cuando el proyecto está clasificado en el nivel 1, la Unidad Operativa, que recibe estos documentos, debe enviarlos en formato digital al Ingeniero de proyectos de infraestructura asignado, para su documentación y resguardo dentro de los servidores de la Corporación.

#### **3.3.3. Indicadores de desempeño de proyectos**

Al finalizar el proyecto, se hará un análisis de los resultados de ejecución para evaluar la calidad del proveedor y el desempeño del equipo interno de trabajo. Esto se hará a través de los análisis *on-time*, *on-budget* y *on-scope*.

- *On-time* servirá para documentar si el proyecto fue ejecutado en el tiempo establecido.

- *On-budget* servirá para documentar si el proyecto fue bien planificado y tuvo un resultado presupuestario igual o menor al presentado y autorizado. Si existieran imprevistos estos deben ser expuestos y justificados para recibir aprobación. El proyecto debe tener según su complejidad no más del 5 % de imprevistos en el plan anual.
- *On-scope* servirá para documentar si el alcance planificado del proyecto fue ejecutado por completo.

Para dicha evaluación, deberá utilizarse la siguiente matriz:

Tabla VII. **Matriz de indicadores de desempeño**

Indicador/ Calificación	<b>Bueno</b> Rendimiento óptimo	<b>Regular</b> Fuera de línea base pero dentro de los parámetros aprobados	<b>Deficiente</b> En riesgo de requerir nuevas aprobaciones. Fuera de los parámetros aprobados
<b>Tiempo</b> OT – On Time	Los hitos del proyecto están actualmente en línea con el cronograma aprobado. También se respetará la fecha general de finalización del proyecto.	Los hitos del proyecto no están actualmente en línea con el cronograma aprobado, pero se respetará la fecha general de finalización del proyecto. Un comentario debe apoyar esta entrada.	Los hitos del proyecto no están actualmente en línea con el cronograma aprobado, ni se respetará el cronograma general aprobado. Un plan de acción debe respaldar esta entrada.
<b>Costo</b> OB – On Budget	Los gastos corrientes del proyecto y los gastos previstos se encuentran dentro de los gastos aprobados y las autoridades del proyecto.	Los gastos actuales del proyecto no están en línea con el plan, pero los gastos previstos (incluida la asignación de riesgo) no exceden la Autoridad de Gastos o la Autoridad del Proyecto.	El pronóstico de gastos corrientes del proyecto excede la Autoridad de Gastos o la Autoridad del Proyecto. Un plan de acción debe respaldar esta entrada.
<b>Alcance</b> OS – On Scope	Los requisitos del proyecto (alcance) son conocidos y los cambios en los requisitos no tienen impacto en el proyecto.	Los requisitos del proyecto no están claros. Los cambios en los requisitos pueden afectar negativamente al proyecto. Un comentario debe apoyar esta entrada.	Los requisitos del proyecto no se conocen. Los cambios en los requisitos tendrán un impacto negativo en el proyecto. Un plan de acción debe respaldar esta entrada.

Fuente: elaboración propia.

## **4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

A continuación, se hace un análisis de la validez interna y externa del trabajo de investigación y análisis de los resultados obtenidos.

- **Análisis interno**

Las principales fortalezas del trabajo de investigación están en la recopilación de la información completa del 100 % de la muestra planteada y la realización exitosa de las encuestas basadas en entrevistas a los gerentes de unidades operativas con quienes se han desarrollado proyectos.

El principal éxito de la investigación es el hecho de que los documentos, políticas y procedimientos planteados en el diseño de esta investigación fueron autorizados por las autoridades internas de la organización y se implementarán en todos los proyectos de inversión en infraestructura a nivel regional a partir del año 2020.

No se enfrentaron problemas trascendentales para la investigación. Los métodos de investigación empleados permitieron obtener la información necesaria para alcanzar los objetivos de la investigación.

En cuanto a la validez de la investigación, se argumenta lo siguiente:

La información recolectada corresponde a los resultados de ejecución de una muestra no probabilística intencional de 12 proyectos de inversión de infraestructura a nivel regional ligados directamente con la planeación estratégica de la organización. Estos proyectos fueron desarrollados en el período de tiempo

comprendido entre 2014 y 2019 y se seleccionaron a conveniencia los que contaran con la documentación más completa. De esta forma se le confirió mayor validez a la investigación, mayor confianza a los resultados y se garantizó la calidad de los resultados.

Para obtener la información se usaron métodos, como las entrevistas basadas en encuestas y revisión de los resultados de ejecución del Departamento de Infraestructura de los proyectos seleccionados. Cabe destacar que la organización en estudio cuenta con un Departamento Corporativo de ejecución y estrategia que, de manera semanal, mensual, trimestral, semestral y anual, actualiza los resultados de ejecución de todos los proyectos de la organización, incluyendo los de inversión de infraestructura.

Los resultados de ejecución se encuentran archivados en la red interna de la organización bajo estudio, conteniendo los resultados de cumplimiento de tiempo de ejecución. Para registrar los resultados de cumplimiento de costo y alcance, se revisaron documentos, como actas de cierre, finiquitos de obra y notas de entrega de cada proyecto.

Por lo tanto, se resalta que el instrumento de diagnóstico del estado situacional fue el adecuado y los resultados presentados fueron validados por instancias superiores y paralelas al Departamento de Infraestructura, como el Departamento de Ejecución y Estrategia, Dirección de Operaciones, Vicepresidencia Financiera y Presidencia Ejecutiva. Cada instancia mencionada firmó, por lo menos, uno de los documentos verificados.



- Análisis externo

Para hacer el análisis externo de esta investigación se presenta el estado del arte que sirvió de base/guía/orientación para trabajar este estudio.

Relacionado con el tema de investigación referente a la gestión de proyectos de infraestructura, Sáenz (2012) realizó una investigación con el objetivo de determinar las dificultades en la administración de proyectos públicos que no permiten alcanzar el éxito de estos. Concluye que un nivel alto de incertidumbre en las actividades, la falta de definición de funciones de los integrantes del equipo y el alto nivel de interdependencia de tareas con personas fuera del equipo de trabajo son las causas principales del fracaso de los proyectos.

La investigación de Sáenz se relaciona directamente con los resultados de esta investigación, ya que los resultados de ejecución deficientes se relacionan con la falta de procedimientos y políticas para el diseño, proceso de compra y ejecución de proyectos, responsabilidades establecidas de los involucrados, cadenas de autorización, límite en los tiempos de respuesta y parámetros contra los cuales pueda medirse el desempeño individual de cada persona.

Para definir la mejor metodología de gestión de proyectos, Suárez (2007) a través de un análisis de normas internacionales de gestión de proyectos concluye que "Es necesario, por tanto, que la metodología establezca mecanismos de comunicación ágiles, claros y sistemáticos, de forma que los participantes lo asuman y estén motivados con los resultados" (p. 131).

Estas características de gestión de proyectos están integradas en la propuesta de modelo de gestión, ya que se proponen políticas, documentos y

procedimientos que ayudan a la correcta planificación, ejecución y cierre de los proyectos de inversión.

Por otra parte, la fase de ejecución de proyectos que, usualmente, es la etapa más larga e intensa del ciclo de vida de proyectos, fue identificada como un antecedente importante. Montero (2016) utilizó como metodología de estudio de esta etapa la revisión de situación existente, propuesta de lista de indicadores y aplicación de estos en proyectos de ingeniería y construcción industrial y en un proyecto de ampliación de una instalación energética. Concluye que el uso de métricas de desempeño de proyectos, como lo son el cumplimiento del presupuesto y del cronograma de ejecución, son considerados totalmente valiosos para el éxito de los proyectos por tener una retroalimentación y anticipación de comportamientos futuros. Montero, además, vincula los indicadores de desempeño de proyectos con la toma de decisiones, indicando que:

La toma de decisiones es un aspecto inherente de la gestión de proyectos y desarrollar e implementar un cuadro de indicadores vinculados a su gestión permite conocer el progreso del mismo, sus puntos débiles, la eficiencia del proyecto y establecer las acciones adecuadas que permitan el cumplimiento de los objetivos (p. 95).

Lo anterior se vincula al presente trabajo de investigación ya que, en la propuesta de modelo de gestión de proyectos, se propone una matriz de indicadores de desempeño de las restricciones de tiempo, alcance y costo, evaluándolas en función del cumplimiento de los hitos, especificaciones y requisitos de los proyectos.

Altez (2009) investigó la importancia que está adquiriendo la gestión de proyectos, en la actualidad. Centra su atención en la etapa de planificación, anteproyectos y determinación de riesgos. Resalta que "(...) la gestión de riesgos es un pilar fundamental en la gestión de proyectos. Es una cultura de procedimientos que ayuda a formalizar las tareas de identificación, análisis, monitoreo y retroalimentación de todos los procesos" (p.102). Como metodología plantea el uso de mapas conceptuales donde se identifican todas las incertidumbres que puedan existir en el desarrollo un proyecto, en cuáles de estas se pueden convertir en amenazas y en la definición temprana de planes de contingencia para combatir estos mismos y minimizar su impacto en la realización del proyecto.

La metodología del autor indica que la identificación temprana de los riesgos que pueden existir en un proyecto mejora significativamente la gestión de estos, motivo por el cual se incluirá dentro del diseño del modelo de gestión de esta investigación.

Los resultados de esta investigación tienen correlación con los de la investigación de Altez, ya que la principal razón de los resultados regulares o deficientes en el cumplimiento de tiempo, costo y alcance de la muestra estudiada, se debieron a riesgos que se hicieron realidad y de los cuales no se tenía un plan de respuesta o mitigación. La propuesta de modelo de gestión a pesar de que no cuenta con una sección de identificación y planes de respuesta de riesgos los reduce, en cierta parte, al fortalecer con procedimientos y puntos de control las fases de planificación y ejecución de proyectos.

Los beneficios y los resultados que brinda el desarrollo de proyectos utilizando un modelo de gestión y administración de proyectos son investigados por Hidalgo (2013). El objetivo de su investigación fue establecer un conjunto de

métodos para la gestión y administración exitosa de proyectos, integrando procedimientos para el cumplimiento de la triple restricción de proyectos (calidad, tiempo y costo) estandarizando la gestión de proyectos, estableciendo controles en la fase de ejecución y definiendo una estructura organizacional del equipo de trabajo de estos. El autor logró demostrar las bondades de los proyectos planificados y desarrollados bajo un modelo de gestión y administración, como la garantía de su cumplimiento en términos de costo, tiempo y calidad.

Los resultados de Hidalgo están vinculados con los de esta investigación ya que el modelo de gestión de proyectos propuesto utilizó parte de los aprendizajes y buenas prácticas mencionadas a lo largo de su investigación, en especial, la implementación de procedimientos estandarizados, establecimiento de controles en la fase de ejecución y definiendo roles de los involucrados.

- Análisis de resultados

De la revisión de indicadores de desempeño de los proyectos obtenidos, se pueden observar dos fases de resultados a través del tiempo: la primera sucede entre los años 2014 al 2016, donde se cumplieron todas las condiciones de tiempo, costo y alcance establecidos en la etapa de planificación. La segunda fase, comprendida en los proyectos ejecutados entre los años 2017 al 2019, se observa la aparición inicial de incumplimientos leves de costo y alcance, hasta terminar con incumplimientos graves en el cumplimiento de tiempo de ejecución y ejecución presupuestaria.

Para profundizar más en las causas de estos incumplimientos, se puede mencionar:

En los proyectos ejecutados en el año 2017 se empiezan a notar ciertas debilidades en el cumplimiento del costo y del alcance.

- Los requisitos del proyecto no fueron, expresamente, claros en la fase de planificación y se tuvieron que generar cambios menores que afectaron aumentaron ligeramente la inversión monetaria del proyecto.
- El presupuesto ejecutado del proyecto estuvo fuera del establecido en la fase de planificación, pero dentro de parámetros aprobados (desviación menor al 5 %).
- A pesar de lo anterior, los proyectos desarrollados en 2017 se entregaron en el tiempo pactado.

En los proyectos ejecutados en el año 2018, además de los resultados regulares de cumplimiento de costo y cumplimiento de alcance obtenidos en 2017, se sumó un desempeño regular del cumplimiento del tiempo. Esto se debió a que se detectó, en una revisión rutinaria del cronograma de ejecución, que los hitos del proyecto no estaban en línea con el cronograma aprobado, pero se ejecutó un plan de acción para acelerar la ejecución y se respetó la fecha general de finalización del proyecto.

En los proyectos ejecutados en el año 2019 se registran los primeros incumplimientos severos a las condiciones aprobadas en la fase de planificación. Se ejecutó un proyecto en un tiempo que superó al planificado y se gastó más de lo autorizado por las autoridades internas. El incumplimiento de tiempo de uno de los proyectos analizados en 2019 fue tan severo que se ejecutó en más del 200 % del tiempo pactado y se tuvieron sobregiros que originalmente representaban aproximadamente el 16 % de la inversión autorizada.

Además de los indicadores de desempeño de cada año, se aprecia una tendencia con impacto negativo con el paso del tiempo.

En la percepción de la gestión de proyectos del Departamento de Infraestructura se destacan dos fases cuya valoración dada por la muestra encuestada, tuvo una considerable presencia de resultados deficientes y malos.

La primera es la fase de planificación y conceptualización, donde por medio de las entrevistas en persona se identificó la incierta planificación de recursos y la deficiente planificación de la comunicación, como los problemas principales. Cuando existen proyectos con una planificación de recursos deficiente, se enfrentan los siguientes inconvenientes:

- Disponer en la planificación con recurso humano que no estará disponible en la realidad porque está dedicado a otros proyectos o no contar con el tiempo requerido debido a las funciones propias del puesto.
- Calcular de forma incompleta los recursos financieros necesarios para el desarrollo del proyecto, incluyendo costos de planificación (como estudios preliminares) costos de ejecución, costos de supervisión y control de proyecto y costos de cierre.

Una planificación deficiente de comunicación puede causar los siguientes problemas:

- Tiempos de respuesta tardíos por no contar con un canal de comunicación oficial.
- Roce interno entre colaboradores por no estar informados a tiempo en las fases de ejecución y control de proyectos.

La segunda es la fase de cierre, donde se registró una calificación deficiente del 60 %. Por medio de la revisión exhaustiva de las causas de esta calificación se identificó que la causa común es la inexistencia de documentación final de proyectos. Para ejemplificar, al momento de finalizar un proyecto se genera documentación importante para su mantenimiento, como cartas de garantía de

materiales, fianzas de calidad de obra, planos de construcción finales y finiquito de obra.

La tercera, aunque menor, es la fase de iniciación, donde los encuestados calificaron un 20 % deficiente. La revisión cuidadosa de las causas de esta calificación indicó que, en algunos casos, se debe a la definición inicial de recursos financieros y la definición inicial de alcance de proyecto. La presencia de una deficiente definición inicial tanto de recursos como de alcance puede tener repercusión en la realización del proyecto o generar atrasos en la fase de planificación y conceptualización, debido a que existirá una brecha considerable entre la idea original y la idea a ejecutar.

Al estudiar el procedimiento vigente utilizado para el desarrollo y ejecución de proyectos, se observa la falta de elementos cruciales en la gestión de proyectos, independencia de las fases del proyecto, y una falta de comunicación interna presente en cada uno de los procesos.

En la fase de iniciación se identifica un problema en la definición del alcance inicial del proyecto, ya que se define con ideas vagas, se presentan con poco atractivo o no se toma en cuenta que existen proyectos similares, que podrían utilizarse de referencia directa, que ya han sido diseñados, desarrollados y ejecutados en otras bodegas, oficinas o plantas de producción de la organización.

Otra de las deficiencias de esta fase es que no se involucra al Departamento de Infraestructura, quien pertenece al corporativo de la organización y es el principal centralizador de los proyectos de la organización, quien podría dar una asesoría certera de los proyectos propuestos.

Ambos problemas se relacionan con una falta de comunicación interna dentro de la organización.

En la fase de conceptualización se observa una falta de socialización del proyecto entre los responsables de la ejecución y los clientes finales del mismo. Esto lo que genera es deficiencia en la captura de requerimientos y la ejecución de proyectos con alcances y especificaciones incompatibles con el giro de negocio. Ejemplo de ello son los andenes de carga con alturas distintas a los camiones de transportes de materias primas y falta de espacios administrativos (oficinas) para encargados de despacho en bodegas de distribución.

En la fase de estimación del costo de inversión se observa que no existe una base de datos de proyectos ejecutados por la organización a nivel regional que pueda servir como parámetro de referencia de costos de inversión. También es notorio que, dadas las deficiencias en la fase de conceptualización, al momento de estimar el costo de inversión, los proveedores que, por lo general cuentan con experiencia en construcción, identifican elementos faltantes en el alcance del proyecto.

En la fase de proceso de compra se identifican reprocesos que se atribuyen a las siguientes causas:

- Falta de definición de involucrados al proyecto y sus responsabilidades.
- Inexistencia de bases de cotización o licitación de proyecto.
- Poca claridad en el proceso por la inexistencia de procedimientos oficiales con los pasos a seguir.

En la fase de adjudicación se encontró que no existe un modelo robusto de contrato de obra y que tampoco existe claridad en cuanto a qué proyectos requieren la inclusión de fianzas y garantías.



La fase de ejecución y control se observa bastante sólida, ya que incluye monitoreo del avance del proyecto a través de cronogramas de ejecución, reuniones programadas de seguimiento y visitas de campo para supervisión.

En la fase de cierre se evidencian los siguientes problemas:

- Documentación final parcial o inexistente en algunos proyectos ejecutados.
- Ineficiente sistema de almacenamiento de la información de cierre.
- Deficiente aseguramiento de la información física o digital.

Gran parte de la documentación final de proyectos, como presupuestos ejecutados, planos de construcción *as-built*, fotografías finales, actas de cierre y finiquitos de obra, se encuentran dispersados dentro de los archivos del servidor de la organización, pero sin una estructura correcta de almacenamiento ni indexación que permita su ágil y práctico manejo y consulta.

Otra parte de la documentación se encuentra impresa y resguardada en almacenes de archivo muerto, dentro de cajas con hojas de papel que indican a grandes rasgos los documentos que contienen. Estos almacenes se encuentran distribuidos entre oficinas locales y regionales de la organización.



## **CONCLUSIONES**

1. Se determinó el estado situacional del Departamento de Infraestructura, evidenciando resultados deficientes en los últimos 3 años con tendencia de impacto negativo. Con respecto a la percepción del Departamento de Infraestructura ante los gerentes involucrados en la gestión de proyectos, se reflejó fortaleza en las fases de iniciación, ejecución y control, oportunidades de mejora en la fase de planificación y conceptualización y debilidades en la fase de cierre de proyectos.
2. Se definió que la herramienta más adecuada para utilizar en el modelo de gestión de proyectos es una adaptación del PMBOK a los procesos actuales del Departamento de Infraestructura y que fortalece especialmente la fase de planificación y conceptualización y la fase de cierre de los proyectos.
3. Se desarrollaron los subsistemas de gestión de proyectos que consisten en una política de clasificación de proyectos, un documento de procedimientos de ejecución de proyectos y una matriz de indicadores de desempeño. Con esto se espera que se mejoren los indicadores de desempeño de la ejecución de proyectos.
4. Se desarrolló un modelo de gestión de proyectos que integra métodos de ingeniería, de administración y de dirección de operaciones a los procesos relacionados con el rol del Departamento de Infraestructura, con el objetivo de mejorar la gestión, el control de actividades y los resultados del departamento.



## RECOMENDACIONES

1. Evaluar, mensualmente, los resultados de desempeño de la ejecución de proyectos y la percepción del Departamento de Infraestructura ante los gerentes involucrados, para tomar acciones tempranas y evitar resultados deficientes.
2. Seguir con la investigación de instrumentos, técnicas y buenas prácticas de sistemas de administración de proyectos internacionales e integrarlos al modelo de gestión de proyectos para mantener un esquema de mejora continua.
3. Investigar herramientas y subsistemas que fortalezcan al modelo de gestión de proyectos propuesto, como acuerdos de servicio que definan los tiempos de respuesta a requerimientos y rúbricas o matrices de evaluación que califiquen propuestas de trabajo tomando en cuenta aspectos parametrizados no solamente económicos sino también técnicos y formales.
4. Implementar el modelo de gestión de proyectos de infraestructura propuesto para garantizar el cumplimiento de las restricciones de tiempo, costo y alcance, fortalecer las herramientas de seguimiento, control y monitoreo, mejorar significativamente la toma ágil de decisiones y asegurar la correcta documentación de todos los proyectos desarrollados.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almunia, P. (2016). *Ciclo de vida del proyecto*. España: ITM Platform. Recuperado de <https://www.itmplatform.com/es/blog/ciclo-de-vida-del-proyecto/>
2. Altez, L. F. (2009). *Asegurando el valor de proyectos de construcción: un estudio de técnicas y herramientas de gestión de riesgos en la etapa de construcción* (tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú. Recuperado de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/157/NEYRA\\_LUIS\\_ASEGURANDO\\_VALOR\\_PROYECTOS\\_CONSTRUCCION.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/157/NEYRA_LUIS_ASEGURANDO_VALOR_PROYECTOS_CONSTRUCCION.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
3. Beriguete, A. C. (2012). *Las Actividades de la Gestión de Proyectos. Escuela de Organización Industrial*. España: Escuela de Organización Industrial. Recuperado de <https://www.eoi.es/blogs/awildacarolinaberiguete/2012/01/31/las-actividades-de-la-gestion-de-proyectos/>
4. Blass, P. (2014). *Diccionario de Administración y Finanzas*. Estados Unidos de América: Palibrio.
5. Brennan, A., Chugh, J. S. y Kline, T. (2002). Traditional versus Open Office Design: A Longitudinal Field Study. *Environment and Behavior*, 34(3), 279–299. Recuperado de <https://doi.org/10.1177/0013916502034003001>

6. Brown, M. (2005). *Gestión de proyectos en una semana*. España: Grupo Planeta.
7. Chamba, L. (2004). *Glosario de términos útiles en nutrición y fertilización*. Quito, Ecuador: Instituto de la Potasa y el Fósforo. Recuperado de <http://www.ipni.net/glosariodenutricionyfertilizacion.pdf>
8. Chitkara, K. K. (1998), *Construction Project Management*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Education.
9. Córdoba, M. (2011). *Formulación y evaluación de proyectos*. Bogotá Colombia: ECOE Ediciones. Recuperado de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=1drDDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=Evaluaci%C3%B3n+de+proyectos&ots=7jl\\_quJNx7&sig=u8UruA9cME5UkCsAMyEKeAQQeQ#v=onepage&q=Evaluaci%C3%B3n%20de%20proyectos&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=1drDDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=Evaluaci%C3%B3n+de+proyectos&ots=7jl_quJNx7&sig=u8UruA9cME5UkCsAMyEKeAQQeQ#v=onepage&q=Evaluaci%C3%B3n%20de%20proyectos&f=false)
10. Ferrater, J. (2019). *Filosofía de la cosmología*. Madrid, España: Alianza Editorial. Recuperado de Filosofía: [www.filosofia.org](http://www.filosofia.org)
11. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015). *World fertilizer trends and outlook to 2018*. Roma, Italia: Food & Agriculture Org. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i4324e.pdf>
12. Gbenedji, G. (16 de febrero de 2017). Dirigir el equipo del proyecto [Mensaje en un blog]. Project Management | Gladys Gbenedji. Recuperado de <https://www.gladysgbenedji.com/dirigir-el-equipo-del-proyecto/>



13. González, H., Peignand, M., y Yaryura, C. (13 de abril de 2016). *Arquitectura legal* [presentación de diapositivas]. Recuperado de <https://www.slideshare.net/camilayaryura/arquitectura-legal>
14. Halpin, D. y Senior, B. (2010). *Construction Management*. Estados Unidos de América: John Wiley & Sons, Inc.
15. Harris, C. M. (2006). *Dictionary of architecture & construction*. Estados Unidos de América: McGraw-Hill.
16. Hidalgo, P. D. (2013). *Modelo de gestión y administración de proyectos operacionales*. (tesis de maestría). Universidad de Chile. Chile. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/114497>
17. Hurtado, F. (2011). *Dirección de Proyectos: Una introducción con base en el marco del PMI*. Estados Unidos de América: Palibrio.
18. Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (2018). *Reglamento de Construcciones*. San José, Costa Rica: Imprenta Nacional.
19. Jordi, P.; Navascués y Gasca, R. (1998). *Manual de logística integral*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
20. Kerzner, H. (2003). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. Ohio, Estados Unidos: John Wiley & Sons, Inc.

21. Luévanos, A., López, S., y Medina, M. (2016). *Gestión de proyectos de Innovación*. Coahuila, México: Editorial de la Universidad Autónoma de Coahuila.
22. Martínez, S. (2019). *Administración de Proyectos* (tesis de maestría). Universidad Ciudadana de Nuevo León, México. Recuperado de <https://www.coursehero.com/file/46024153/Act-No-3-Samuel-Mart%C3%ADnezdocx/>
23. Mendoza, H. (2014). *Estudios Digital No.4. Instituto de Investigaciones Históricas, Antropológicas y Arqueológicas*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado de <http://iihaa.usac.edu.gt/sitioweb/wp-content/uploads/2016/12/EMendoza-ED4.pdf>
24. Merriam-Webster (2019). *Dictionary by Merriam-Webster*. America's most-trusted online dictionary. Estados Unidos de América: G. & C. Merriam Company. Recuperado de <https://www.merriam-webster.com/>
25. Montero, D. G. (2016). *Diseño de indicadores para la gestión de proyectos* (tesis doctoral) Universidad de Valladolid de España. Recuperado de: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/22086/1/Tesis1183-170112.pdf>
26. Montes-Valencia, N. (2015). *La Industria Química: Importancia y Retos*. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia. Recuperado de <http://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/lampsakos/article/viewFile/1562/1430>

27. Ocaña, J. A. (2013). *Gestión de proyectos con mapas mentales I*, (Volumen 1). España: Editorial Club Universitario.
28. Ogalla, F. (2005). *Sistema de gestión: Una guía práctica*. España: Ediciones Díaz de Santos.
29. Oxford (2019). *Spanish Oxford Living Dictionaries*. Reino Unido: Lexico Publishing Group, LLC. Recuperado de <https://es.oxforddictionaries.com>
30. Project Management Institute (2013). *Guía de los fundamentos para la gestión de proyectos (guía del PMBOK®)* (5ª edición). Estados Unidos de América: Project Management Institute, Inc.
31. RAE. (2019). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado de Real Academia Española: <http://lema.rae.es>
32. Raymond, D (2007). *Project Management – Invitation to Tender*. PM Hut. Canadá. Recuperado de <https://pmhut.com/project-management-invitation-to-tender>
33. Román, M. (1999). *Guía práctica para el diseño de proyectos sociales* (documento de trabajo). Universidad Alberto Hurtado de Chile. Chile. Recuperado de <http://repositorio.uahurtado.cl/handle/11242/8340>
34. Sáenz, A. R. (2012). *El éxito de la gestión de proyectos, un nuevo enfoque entre lo tradicional y lo dinámico*. Escuela Superior de

*Administración y Dirección de Empresas* (tesis de doctorado). Universidad Ramon Llull, España. Recuperado de [https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/117483/Arturo\\_Saenz\\_%20Tesis\\_2012\\_Rev\\_1.pdf](https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/117483/Arturo_Saenz_%20Tesis_2012_Rev_1.pdf)

35. Simons, R. (1995). *Levers of Control: How Managers Use Innovative Control Systems to Drive Strategic Renewal*. Estados Unidos de América: Harvard Business School Press.
36. Suárez, R. C. (2007). *Metodología de gestión de proyectos en las administraciones públicas según ISO 10.006* (tesis de doctorado) Universidad de Oviedo, España. Recuperado de <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/11121/UOV0024TRCS.pdf>
37. Villavicencio, D., Arvanitis, R., y Minsberg, R. (diciembre, 1995). Aprendizaje tecnológico en la industria química mexicana. *Perfiles Latinoamericanos*, (7), pp. 121-148. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11500706>
38. Welsch, Hilton, Gordon y Rivera (2005) *Presupuestos: planificación y control*. México: Pearson Educación. Recuperado de [https://books.google.com.gt/books?id=mbobGfzJ5-YC&printsec=frontcover&dq=presupuesto&hl=es&sa=X&ved=0ahUKewiRkvC\\_uuzeAhVCmVkKHWHhDZsQ6AEINDAD#v=onepage&q=presupuesto&f=false](https://books.google.com.gt/books?id=mbobGfzJ5-YC&printsec=frontcover&dq=presupuesto&hl=es&sa=X&ved=0ahUKewiRkvC_uuzeAhVCmVkKHWHhDZsQ6AEINDAD#v=onepage&q=presupuesto&f=false)